A 3109 D

12. 1. 7
Karlsruhe

BERLIN

FUNK-TECHNIK

10 | 1967
2. MAIHEFT

Zeitung des Jahres

„Für hervorragende journalistische Leistungen" erhielt DIE WELT als einzige nichtamerikanische Zeitung am 5. Mai 1967 eine Ehrenmedaille der journalistischen Fakultät an der Staatsuniversität in Columbia (Mo).

Diese Auszeichnung hat eine lange Tradition und hohes Ansehen:
Seit 1930 verleiht die 1839 gegründete amerikanische Universität mit ihrer seit 1908 bestehenden Journalistenschule jährlich Ehrenmedaillen an Zeitungen, Journalisten, Verleger, an Direktoren und Mitarbeiter von Rundfunk und Fernsehstationen: für hervorragende journalistische Leistungen. Das ist die Formel, die sie alle eint. Es sind Auszeichnungen von Rang, die in Columbia feierlich vergeben werden. Viele stellen sie dem weltbekannten Pulitzer-Preis gleich.

Berühmte Namen sind unter den Blättern, die in fast vier Jahrzehnten die begehrte Medaille bekamen: „New York Times" und „La Prensa", „Manchester Guardian", „The Times", „Life", „Le Figaro", „Neue Zürcher Zeitung", „Wall Street Journal", „Berlingske Tidende" und viele andere. Als bisher einzige deutsche Zeitung wurde 1932 die alte „Frankfurter Zeitung" ausgezeichnet, die zwei Jahre vor Kriegsende ihr Erscheinen einstellen mußte.

In diesem Jahr erhielt DIE WELT die Medaille der ältesten „School of Journalism" der Vereinigten Staaten. Das zeigt: Die deutsche Presse wird international beachtet. DIE WELT hat einen festen Platz in der Spitzengruppe der großen Zeitungen der Erde.

FUNK-TECHNIK

RUNDFUNK · FERNSEHEN
PHONO · HI-FI-TECHNIK
MAGNETTON · AMATEURFUNK
MESSTECHNIK · ELEKTRONIK

AUS DEM INHALT

2. MAIHEFT 1967

gelesen · gehört · gesehen 348

FT meldet 350

... und ab 1967 Farbe 353

Farbfernsehen
Ablenkschaltungen und Hochspannungserzeugung im Farbfernsehempfänger 354
NDR-Farbfernsehvorbereitungen 358

Phono
Zur Entwicklung des Tonabnehmersystems „V 15-II" 359
Vergleich der Abtastfähigkeit von Hi-Fi-Tonabnehmersystemen 361

Neue Verkehrsleit- und Kontrollzentrale in München eröffnet 362

Meßtechnik
„FG 387" — ein echter Farbbalkengenerator 363

Hi-Fi-Technik
„465" — Hi-Fi-Verstärker mit UKW-Empfangsteil 365

Von Ausstellungen und Messen
Farbfernsehen auf dem Pariser Bauelemente-Salon 368
Streiflichter vom Pariser Elektroakustik-Salon 369

FT-Bastel-Ecke
1,5-Watt-Verstärker für Transistorsuper-Baustein in Minitechnik 372

Technik von morgen
Neue Quellen für die elektrische Energieerzeugung I. Der MHD-Generator 373

Für Werkstatt und Labor 376

Elektronische Orgeln 377

Unser Titelbild: Farbfernseh-Serviceplatz mit Farbbalkengenerator „FG 387" von Nordmende (s. a. S. 363—364) Werkaufnahme

Aufnahmen: Verfasser, Werkaufnahmen. Zeichnungen vom FT-Atelier nach Angaben der Verfasser. Seiten 346, 351, 352, 375, 379 und 380 ohne redaktionellen Teil

UHF-MEISTER-ANTENNEN FÜR SCHWARZ-WEISS UND FARBE

5 Typen für Bereiche IV/V:
Fesa 39 V 30 für Kanal 21-30
Fesa 39 V 37 für Kanal 21-37
Fesa 45 V 46 für Kanal 21-46
Fesa 45 V 51 für Kanal 21-51
Fesa 45 V 60 für Kanal 21-60

Unsere neuen Orion-Antennen sind weiterentwickelte Yagis, deren veränderte Konstruktion wesentlich erhöhte Spitzengewinne erzielt. So bringt die Orion-Antenne Fesa 45 V 60 bis zu 60 % mehr Spannung als unser bisher größter Mehrbereichs-Yagi Fesa 28 Ma 60. Die neuen Orion-Antennen besitzen alle Eigenschaften von Höchstleistungsantennen: sehr gutes Vor-Rück-Verhältnis durch V-förmigen Reflektorschirm, sehr kleinen Öffnungswinkel, Breitbandigkeit, geringe Windlast. Orion-Antennen helfen in jeder Empfangslage — sie bürgen für beste Fernsehbilder in Schwarz-Weiß und Farbe.

Hirschmann

Richard Hirschmann Radiotechnisches Werk 73 Esslingen Postf. 110

gelesen · gehört · gesehen

Australien will PAL-Farbfernsehen übernehmen

Australien wird bei der Einführung des Farbfernsehens voraussichtlich das deutsche PAL-Farbfernsehsystem übernehmen. Der mit der Prüfung der Voraussetzungen der Einführung des Farbfernsehens beauftragte Ausschuß der Fernsehgesellschaften soll bereits inoffiziell mitgeteilt haben, daß er dem Postministerium die Einführung des deutschen Systems vorgeschlagen habe.

Fernsehtuner mit vergoldeten Leiterplatten

Graetz hat ein Verfahren gefunden, das Kontaktschwierigkeiten im Allbereichtuner weitgehend beseitigen dürfte. Die Leiterbahnen der Tuner-Druckplatine werden in einem speziellen Verfahren vergoldet, wobei durch eine geeignete Untergrundbehandlung eine große Abriebfestigkeit erreicht wird. Außerdem ist die galvanische Schicht so aufgebaut, daß keine scharfen Kanten entstehen. Der Kontaktschieber wird daher nur sehr wenig abgenutzt.

Tonbandanschluß bei Fernsehempfängern

Alle *Telefunken*-Fernsehtisch- und -standempfänger sind für den Anschluß eines Tonbandgeräteadapters vorbereitet. Die Anschlußplatte „FAD 3", die den VDE-Vorschriften entspricht und sich leicht nachrüsten läßt, ist jetzt wieder lieferbar.

Neue Autoantennen

Das Autoantennenprogramm von *Bosch* enthält jetzt auch Antennen aus Edelstahl, die besonders leicht zu pflegen sind und sich durch hohe Elastizität auszeichnen. Die neuen Versenkantennen „V 100 E", „V 140 E", „V 200 E" und „V 200 EV" aus Edelstahl haben eine besonders geringe Einbautiefe und können von außen eingebaut werden. Außer den Versenkantennen gibt es in Edelstahlausführung noch eine neue Top-Antenne „T 100 F", die universell (auch als Heckantenne) zu verwenden ist, und eine einteilige Dachantenne „D 90 A".

Bau des größten Fernsehzentrums der Sowjetunion

Mit den Bauarbeiten zum größten Fernsehzentrum der Sowjetunion wurde 1965 im Moskauer Vorort Ostankino begonnen. Auf einer Fläche von 115 500 m² entstehen Hochhäuser für die Fernsehredaktionen, Laboratorien und Gebäude für die Übertragungstechnik, 14 Fernsehstudios mit einer Gesamtfläche von 7000 m² und ein 520 m hoher Fernsehturm. Hier sollen sechs Programme produziert werden, und zwar ein Allunionsprogramm, ein Hauptstadtprogramm, ein zwischenstädtisches Austauschprogramm, ein Bildungsprogramm, ein Allunions-Farbfernsehprogramm sowie ein internationales Austauschprogramm, das nicht im Moskauer Bereich gesehen werden kann, da es zum Empfang anderer Zeitzonen bestimmt ist und zu unterschiedlichen Zeiten gesendet wird. Wenn alles planmäßig verläuft, soll die Inbetriebnahme des Fernsehzentrums am 7. November 1967 mit zunächst vier Programmen erfolgen.

Lichtstellanlagen für italienisches Fernsehen

Das italienische Fernsehen (RAI) bestellte bei *Siemens* zwei Thyristor-Lichtstellanlagen für die Studios des neuen Fernsehzentrums Turin. Die Anlagen umfassen im größeren Studio 180 und im kleineren 100 steuerbare Lampenstromkreise. Mit Hilfe eines Magnetkernspeichers können für jedes Studio 40 Beleuchtungsstimmungen gespeichert und verzögerungsfrei abgerufen werden.

Exportsteigerung in der britischen Computer-Industrie

Die britische Computer-Industrie hat ihren Export in den ersten neun Monaten des vergangenen Jahres mit 148 Mill. DM gegenüber dem gleichen Zeitraum des Jahres 1965 mehr als verdreifachen können. Damit hatten die Computer von allen Produktionen der Mitgliedsfirmen der Electronic Engineering Association die größte Zuwachsrate.

Fernsehkameras kontrollieren Gleit- bzw. Steigwinkel landender und startender Flugzeuge

Um eine unnötige Lärmbelästigung der in der Umgebung des Hamburger Flughafens Fuhlsbüttel wohnenden Einwohner durch bei Start und Landung zu tief fliegende Flugzeuge zu vermeiden, hat die Flughafenverwaltung zur Beobachtung der Landebahn I zwei *Philips*-Fernsehkameras eingesetzt, die auf dem neuen Radarturm und etwas weiter entfernt auf einem Gebäude in Schnelsen installiert wurden. Auf den Monitoren ist der vorgeschriebene Gleit- bzw. Steigwinkel des Flugzeuges als feste Linie dargestellt. Daher kann die Flugüberwachung sofort feststellen, ob ein startendes oder landendes Flugzeug die Mindestflughöhe unterschritten hat. Ist das der Fall, so fotografiert der Beamte mit einer Schnellentwicklungskamera das Bild – als Beweis – auf dem Monitor.

Automatische Haltestellenansage

Unter der Bezeichnung „Stationslotse" liefert *Blaupunkt* eine Anlage für die automatische Haltestellenansage in öffentlichen Verkehrsmitteln, die aus einem Auto-Tonbandgerät „I" und einem Steuerteil für die automatische Abschaltung des Tonbandes am Ende einer Durchsage besteht. Außerdem ist natürlich noch eine übliche Sprech- oder Rundfunkanlage erforderlich. Der Fahrer braucht nur rechtzeitig vor jeder Haltestelle einen Fuß- oder Handschalter zu betätigen. Das Tonband läuft dann an und schaltet sich am Ende der Durchsage automatisch wieder ab. An der Endhaltestelle wird die Tonbandkassette einfach umgedreht wieder in den Schlitz des Tonbandgerätes eingesteckt. Ein 30-Minuten-Tonband reicht für etwa 100 Haltestellenansagen aus.

Testanlage für Flugzeugelektronik

Tausende von elektronischen und anderen Bauteilen der Instrumentierung moderner Zivil- und Militärflugzeuge kann ein computergesteuertes automatisches System „C-700" überprüfen, das von der *Elliott-Automation* (London) entwikkelt wurde. Die erste Aufgabe des neuen Systems wird darin bestehen, Funk-, Radar- und Trägheitsnavigationsanlagen des neuen Seeaufklärers „HS 801" zu prüfen.

Neue Bodenstation für bemannten Mondflug

Zur Unterstützung des Apollo-Programms für den bemannten Mondflug wurde auf Gran Canari, der größten Kanarischen Insel, eine neue Satelliten-Erdestation in Betrieb genommen. Sie wurde von den *ITT Federal Laboratories* für die Compañia Nazionale de España (CTNE) entwickelt und aufgebaut und wird von der CTNE auf Mietvertragsbasis für die amerikanische Weltraumbehörde NASA betrieben. Die neue Erdestation arbeitet mit einem 14-m-Spiegel mit automatischer Nachführung.

Heißleiter-Motorvollschutz mit Transistorverstärker

Zum Schutz von Motoren wurde von *Siemens* ein neuer Heißleiter-Motorvollschutz entwickelt, der nur noch aus dem Heißleiter-Temperaturfühler und einem Auslösegerät besteht. Im Auslösegerät sind eine transistorisierte Meßschaltung und das Auslöserelais zu einer Einheit zusammengefaßt. Ein eingebauter Transformator sorgt für eine galvanische Trennung vom Netz. Sinkt die Temperatur der Wicklung nach einem Ansprechen des Relais um etwa 5 °C unter die Nennansprechtemperatur, so zieht das Relais wieder an, und der Wechsler geht in die Betriebsstellung zurück. Damit ist der Motor automatisch wieder einschaltbereit; eine Entriegelung ist also nicht mehr erforderlich.

Transistorvoltmeter mit Feldeffekttransistoren

Das voll transistorisierte Voltmeter „DV-93" von *Texcan* (deutsche Vertretung: *Knott Elektronik GmbH*) erreicht infolge Verwendung von Feldeffekttransistoren den hohen Eingangswiderstand (26 MOhm bei Gleichspannung, 1 MOhm‖ 40 pF bei Wechselspannung) und die große Empfindlichkeit eines Röhrenvoltmeters. Es ermöglicht Spannungsmessungen bis 1500 V in 10 Gleich- und 11 Wechselspannungsbereichen (niedrigste Bereiche 50 $mV_{=}$ und 15 $mV_{\approx}$) sowie Widerstandsmessungen in 7 Bereichen mit den Skalenmittenwerten 25 Ohm bis 25 MOhm. Die eingebaute Quecksilberbatterie versorgt das Gerät für 30 ... 35 Stunden bei Wechselspannungsmessungen oder für 200 ... 250 Stunden bei Gleichspannungsmessungen.

Richtstrahlantennen für belgischen Rundfunk

Für die Radiodiffusion Télévision Belge (RTB) wurde von *AEG-Telefunken* südöstlich von Brüssel bei Wavre eine Kurzwellen-Antennenanlage errichtet, die für die Rundfunkversorgung von ehemals Belgisch-Kongo und Rwanda Burundi (Zentralafrika) bestimmt ist. Die Anlage umfaßt vier Richtstrahler (Breitband-Dipolwände), die bei 250 kW Trägerleistung der Sender 9000 ... 17 000 kW abstrahlen. Die Hauptstrahlrichtung jeder Antenne kann elektrisch bis zu ±10° geschwenkt werden.

Integrierte DTL-Schaltkreise der Baureihe „200"

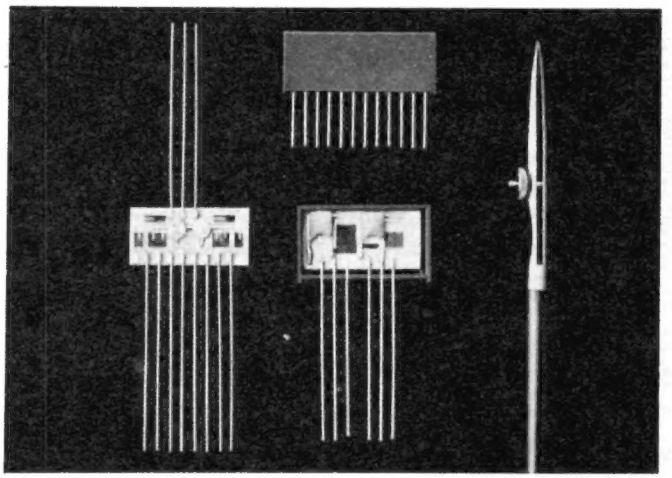
Texas Instruments hat im Bereich der Baureihe „200" 15 neue Schaltkreistypen unter den Serienbezeichnungen „14200" (für Luft- und Raumfahrtzwecke) und „14300" (für industrielle Zwecke) auf den Markt gebracht, die als Allzweck-Digitaltypen für Computer, Meßgeräte, Reglersysteme usw. bestimmt sind. Beide Serien umfassen verschiedenene NAND/NOR-Gatter und Inverter, zwei wechselstrommäßig gekoppelte bistabile Schaltkreise, einen Binärzähler, ein J-K-Fli-Flop, einen 10-Dioden-Expander in 4-3-3-Anordnung sowie eine Doppeltreiberstufe.

ERO

ERNST ROEDERSTEIN

Alles in einer Hand:
FIRMENGRUPPE ROEDERSTEIN

Alles mit einem Griff:
DICKSCHICHT-SCHALTUNGEN



Alles in einer Hand:

Für die fortschreitende Integrierung ist es besonders wichtig, von einem Gesamtprogramm auszugehen, das ebenso die aktiven wie die passiven Bauelemente einschließt. Die breite Basis der FIRMENGRUPPE ROEDERSTEIN schuf die Voraussetzung, Miniatur-Bausteine mit diskreten Bauteilen zu entwickeln und die hierbei gesammelten Erfahrungen auf deren Weiterentwicklung unter Verwendung von Hybrid-Dickschicht-Schaltungen zu übertragen.

Alles mit einem Griff:

Es ist längst bekannt, welch große Vorzüge aus der Verwendung von integrierten Schaltungen für eine rationelle Fertigung resultieren.

Weitere Vorteile sind:

- raumsparender Einbau
- hohe Zuverlässigkeit
- geringe Wartung
- vielfältige Kombinations-Möglichkeiten

Kombinationen

1. Gedruckte Schaltung — Integration der Leiterbahnen
2. Zusätzlich Widerstandsschichten
3. Zusätzlich Kondensatoren

Jede dieser drei Stufen kann zusätzlich mit diskreten Halbleitern kombiniert werden (z. Zt. optimale Technik der integrierten Hybridschaltung).

Ausführliche Unterlagen senden wir auf Anfrage.

ERO **ERNST ROEDERSTEIN**
SPEZIALFABRIK FÜR KONDENSATOREN G·M·B·H
8300 **LANDSHUT/BAYERN**
Ludmillastraße 23—25 · Postfach 588/89 · Telefon 3085

ROKA

ANTENNENSTECKER
UND BUCHSEN

NACH IEC- UND DIN-NORM

Kein Löten!
Montage der Stecker durch einfache und zeitsparende Quetschverbindung

Kein Schrauben!
Buchse eindrücken und schon fester Sitz im Chassis durch Einrasten von 2 federnden Keilen

Schnell · Bequem · Fortschrittlich

ROBERT KARST · 1 BERLIN 61
GNEISENAUSTRASSE 27 · TELEFON 66 56 36 · TELEX 018 3057

TELEKOSMOS ELEKTRONIK

Radio-Service

Von der Einrichtung einer Reparaturwerkstatt bis zur Fehlersuche und Reparatur an Antennen und Erdleitungen reicht diese umfassende Darstellung aller in Radiowerkstätten heute anfallenden Reparaturen. Wer in irgendeiner Frage Rat braucht, findet ihn in diesem Handbuch.
Radio-Service. Von Werner W. Diefenbach. 5. Auflage. DM 29.50.
Best.-Nr. 2474 G

Telekosmos-Servicebuch Transistor-Rundfunkempfänger

Nach der Darstellung der notwendigen Kenntnisse der Transistortechnik beschreibt dieses Buch am Beispiel zweier vollständiger Schaltungen moderner Transistor-Reisesuper und Heimempfänger ausführlich Service, Reparatur und Abgleich. Mit diesem Buch in der Hand ist der Service von Transistor-Rundfunkempfängern auch in schwierigen Fällen kein Problem. Ein weiteres Telekosmos-Servicebuch behandelt die Sonderprobleme und den fachgerechten Service von Autosupern.
Telekosmos-Servicebuch Transistor-Rundfunkempfänger.
Von Ing. Heinz Köhler. DM 14.80. Best.-Nr. 3391 G
Telekosmos-Servicebuch Autosuper. Von Ing. Klaus Kuhmann.
DM 14.80. Best.-Nr. 3474 G

Telekosmos-Bücher erhalten Sie bei Ihrer Buchhandlung, weitere Informationen unter der **Kenn-Nr. Teko 09 A** vom Verlag.

tele·kosmos verlag stuttgart
Eine Abteilung der Franckh'schen Verlagshandlung

FT meldet.. FT meldet.. FT meldet.. FT

Verordnung zur Durchführung des Gesetzes über den Amateurfunk

Die neue Verordnung (s. Heft 7/1967, S. 205) vom 13. 3. 1967 ist im Bundesgesetzblatt I vom 23. 3. 1967, S. 284, und im Amtsblatt des Bundesministers für das Post- und Fernmeldewesen, Ausgabe A, Nr. 39, vom 3. April 1967 (Verfügung Nr. 233/1967) im vollen Wortlaut veröffentlicht worden.

Verzeichnis der europäischen UKW-Stationen

Das Technische Zentrum der Europäischen Rundfunkunion (EBU) gab jetzt die 12. Ausgabe des Verzeichnisses der UKW-Rundfunkstationen (Stand: 1. Januar 1967) heraus. Das Verzeichnis enthält, nach Ländern geordnet, alle UKW-Rundfunksender der Europa-Zone mit ihren charakteristischen Daten.

Hermann-Hollerith-Oberschule in Berlin

Die Kaufmännische Berufsfachschule in Berlin-Steglitz, für die die IBM Deutschland die Patenschaft übernommen hat, erhielt jetzt den Namen „Hermann-Hollerith-Oberschule". Sie ehrte damit Dr. Hermann Hollerith, den Wegbereiter der modernen Datenverarbeitung.

Grundig in Skandinavien

Die Svenska Grundig A. B. hat ihren Sitz von Stockholm nach Malmö verlegt. Diese Konzentration auf einen geografisch günstiger gelegenen Platz dient der Straffung des Vertriebs auch in die übrigen skandinavischen Länder.

Neues ITT-Halbleiterwerk

Die ITT Semiconductors Worldwide Group der International Telephone and Telegraph Corporation nahm kürzlich in Cascais (Portugal) ihr sechstes Halbleiterwerk in Europa in Betrieb. Das erste, etwa 6500 m² große Gebäude eines geplanten großen Komplexes ist bereits fertiggestellt. Zunächst werden Siliziumtransistoren produziert.

SEL-Umsatz 1966

Der Umsatz der Standard Elektrik Lorenz AG wuchs 1966 um 6,8 % auf 913 Mill. DM, während die SEL-Gruppe ihre Umsätze um 1,6 % auf 1,080 Mrd. DM erhöhte. Davon betrug der Inlandsumsatz 903 Mill. DM, was eine Steigerung um 1,2 % gegenüber dem Vorjahr bedeutet. Der Exportumsatz der SEL-Gruppe stieg um 4,1 % auf 177 Mill. DM, sein Anteil am Gesamtumsatz betrug 16,4 %.

Deutsche Fernsehgeräteproduktion in Chile

Die chilenische Regierung hat die Genehmigung zur Errichtung eines Fabrikationsbetriebes für Fernsehgeräte in Chile für AEG-Telefunken sowie für eine Firma, die mit Lizenzen bzw. mit Beteiligung von Saba und Blaupunkt arbeiten will, erteilt. Die Fertigung von Fernsehgeräten soll in acht, die Herstellung elektronischer Geräte in zehn Monaten aufgenommen werden.

USA bestellten Laser bei Siemens

Siemens hat aus den USA den Auftrag erhalten, für Hochschul-Forschungsinstitute und für die Industrie 30 Festkörperlaser-Einrichtungen zu liefern.

Ausbildung zum staatlich geprüften Elektronik-Techniker

Seit 1964 besteht an der Gewerblichen Berufsschule Tettnang eine Staatliche Techniker-Schule für Elektronik, an der in Tageskursen (drei Semester) unterrichtet wird. Aufgenommen werden Facharbeiter und Handwerker mit abgeschlossener Lehre in einem Elektroberuf und mindestens zweijähriger Berufspraxis.

Farbfernsehempfänger-Preise in Großbritannien

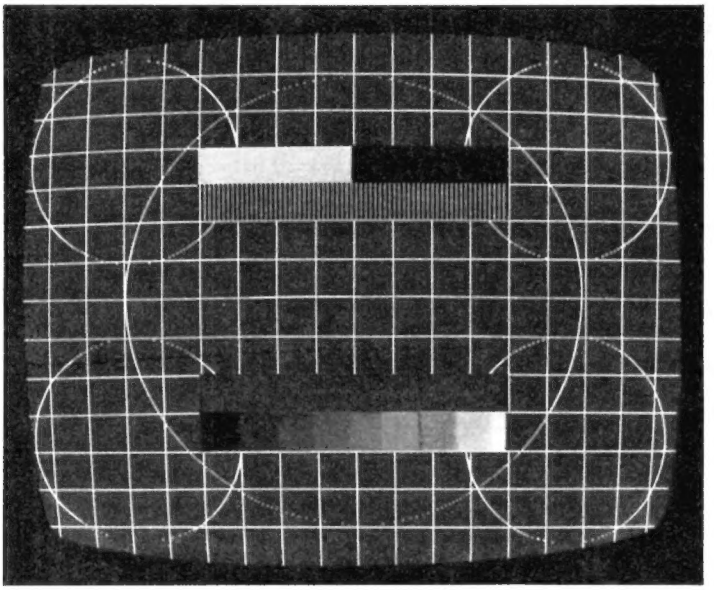
Der Preis für einen Farbempfänger wird in Großbritannien zwischen 250 und 300 Pfund (2800 bis 3400 DM) liegen. 70 % der britischen Fernsehteilnehmer ziehen es jedoch vor, ein Gerät zu mieten, statt es zu kaufen. Dies wird umgerechnet etwa 17 ... 20 DM je Woche kosten.

Produktionswerte von Rundfunk-Tischempfängern

Im Heft 9/1967, S. 294, muß es in Tab. I bei den mittleren Produktionswerten von Rundfunk-Tischempfängern im Jahr 1966 richtig 220 DM je Gerät (nicht 230 DM) und im Jahr 1965 richtig 212 DM (nicht 312) heißen.

Abschließende Sitzung des Funkausstellungsausschusses

Am 12. 4. tagte der zur Vorbereitung der 25. Großen Deutschen Funkausstellung 1967 Berlin eingesetzte Ausschuß aus Vertretern der Sendeanstalten, der Deutschen Bundespost, der beteiligten Fachverbände und Industriefirmen sowie der zuständigen Berliner Senatsverwaltungen und der Berliner Ausstellungen zum letzten Male. Die Planungen der Funkausstellung, die zum herausragenden Ausstellungsereignis dieses Jahres in Berlin werden wird, sind auf allen Sachgebieten so weit fortgeschritten, daß in Zukunft — bis zum Ausstellungsbeginn am 25. 8. — nur noch die einzelnen Sonderkommissionen zu Arbeitssitzungen zusammentreten werden. Die Gesamtausstellungsfläche am Funkturm ist schon heute restlos belegt. Berlin wird innerhalb und außerhalb des Ausstellungsgeländes vom 25. 8. bis zum 3. 9. im Zeichen dieser bedeutenden Fachausstellung stehen, die den Auftakt des Farbfernsehens für Europa bringt. Der Vorsitzende des Ausstellungsausschusses, Horst-Ludwig Stein, Stuttgart, dankte allen Beteiligten für die bisher geleistete vorzügliche Arbeit zum Gelingen der Ausstellung.



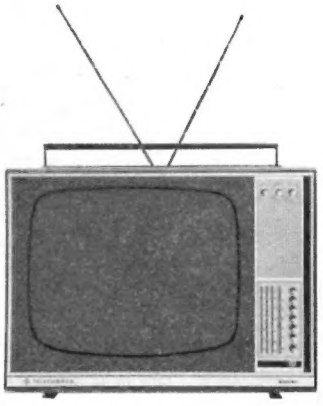
Sie kennen dieses Testbild nicht?

Kein Wunder, denn es wird nur in der Gerätefertigung verwendet. Es ist eines von vielen, die nach neuesten Erkenntnissen auf die Fernsehgerätefertigung abgestimmt sind. Für jeden Kanal gibt es ein anderes. Das erleichtert die Prüfung der Wiederkehrgenauigkeit der Tastentuner. Die gesamte Fertigung wird von einem Werkszentralsender mit diesen Testbildern und mit einem Begleitton versorgt, mit dessen Hilfe sich auch eventuelle Gehäuseresonanzen feststellen lassen.

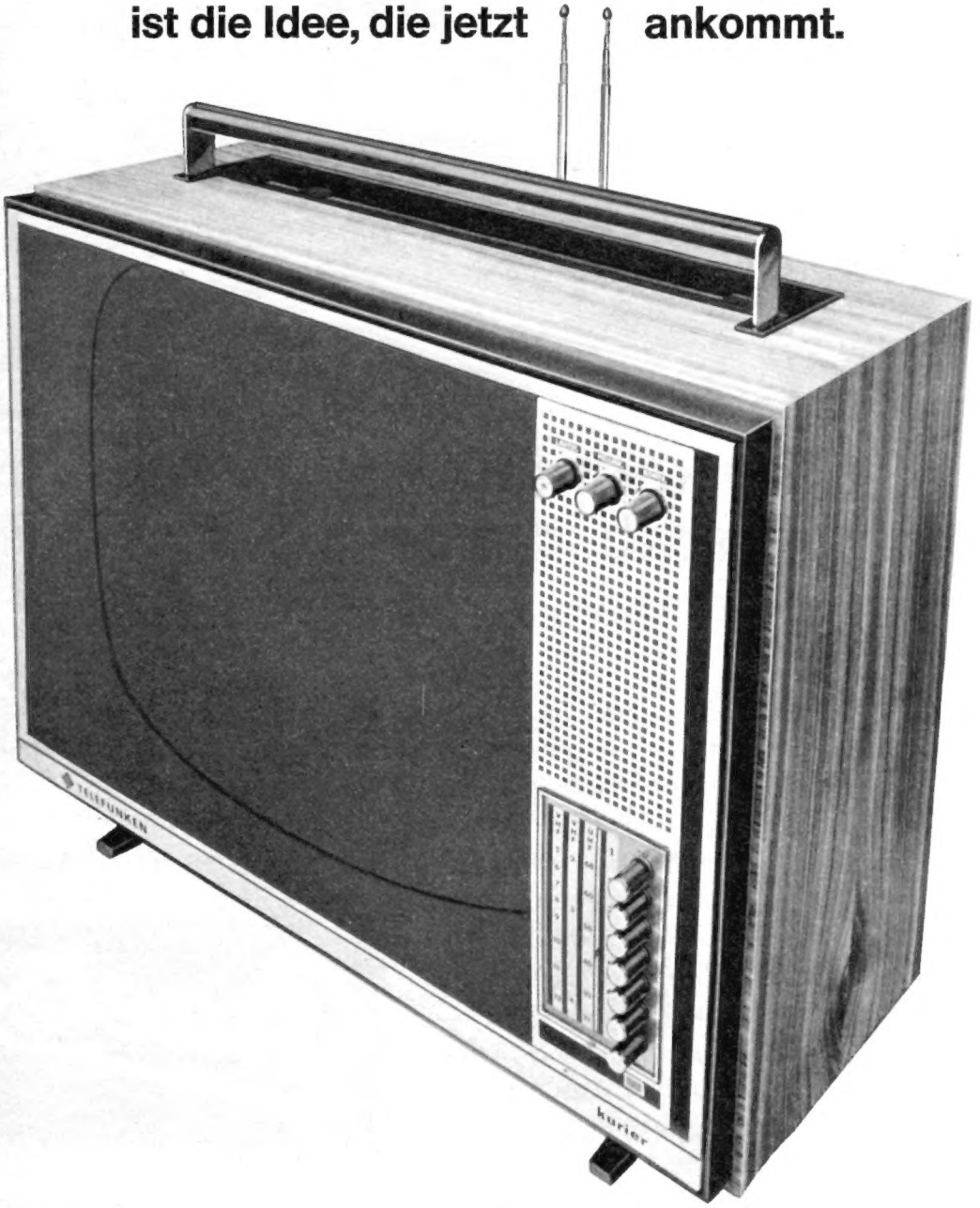
Begriff des Vertrauens

Graetz

TELEFUNKEN



Endlich eine neue Verkaufsidee. Endlich der Fernseher, der nicht danach aussieht – das auffallend-unauffällige Gerät für alle, die noch immer keines haben oder zum (tragbaren) Portable tendieren. Der ›Kurier‹ mit der Kontrastscheibe ist die Idee, die jetzt ankommt.



TELEFUNKEN ›Kurier 197 P‹:
48 cm-Rechteckbildröhre,
9 TELEFUNKEN-Röhren,
11 Transistoren, 9 Dioden.
TELEFUNKEN-Allbereich-Tuner,
Bild- und Ton-ZF-Verstärker,
NF-Vorstufe, transistorisiert.
Bild-ZF-Verstärker dreistufig,
bei UHF vierstufig.
Vollfrontbedienung:
Programmwählautomatik
mit 6 Drucktasten
und Dreibereichsskala.
Beleuchtete Betriebsanzeige.
Frontlautsprecher.
Kontrastscheibe aus Plexiglas.
Eingebaute Teleskopantenne.
Umklappbarer Tragegriff.
Edelholzgehäuse hell matt.
Maße (B/H/T): 57x45x34 cm.
FE 187 P: Daten wie
Kurier 197 P, jedoch ohne
Kontrastscheibe.

Alles spricht
für TELEFUNKEN

22. JAHRGANG · 1967 Nr. 10

RUNDFUNK
FERNSEHEN
PHONO
MAGNETTON
HI-FI-TECHNIK
AMATEURFUNK
MESSTECHNIK
ELEKTRONIK

FUNK-TECHNIK

Chefredakteur: WILHELM ROTH

Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

. . . und ab 1967 Farbe

Außer den Bilanzzahlen und einem Überblick über die Entwicklung der Hauptindustriegruppen enthält der alljährliche Geschäftsbericht der Allgemeinen Deutschen Philips Industrie GmbH (Alldephi), Hamburg, jeweils einen Artikel, der sich mit einem besonders interessanten Spezialgebiet aus dem Bereich der Fertigung der Philips-Unternehmen befaßt. In dem soeben erschienenen Bericht für 1966 geht es dabei um das Farbfernsehen. Aus diesem Aufsatz „. . . und ab 1967 Farbe" geben wir die Ausführungen wieder, die sich mit der voraussichtlichen Entwicklung des Fernsehgeräteabsatzes befassen.

Die „25. Große Deutsche Funkausstellung 1967 Berlin" wird als Jubiläumsveranstaltung durch den offiziellen Beginn des Farbfernsehens in Deutschland ihren glanzvollen Rahmen erhalten. Gleichzeitig bedeutet dieser Beginn die Farbfernsehpremiere für Europa.

Am 25. August werden mit den Übertragungen der Eröffnungssendung und einer großen Unterhaltungsschau die ersten farbigen Bilder von den Sendern der ARD und des ZDF im Rahmen ihrer regulären Programme ausgestrahlt. Sie können überall im Bundesgebiet und in West-Berlin empfangen werden; bunt mit den neuen Farbfernsehgeräten, schwarzweiß mit allen anderen Empfängern.

Nachdem die Entscheidung über die Farbfernsehnorm zugunsten des PAL-Systems gefallen war — für das sich übrigens auch die meisten europäischen Länder entschieden haben —, hat die Deutsche Bundespost ihre Sender und Übertragungsstrecken farbtüchtig ausgerüstet. Die Sendeanstalten der ARD und des ZDF haben schon viele ihrer Studios für die Farbe vorbereitet. Umfangreiche Testsendungen, besonders jene im Jahre 1966, brachten allen Beteiligten viele nützliche Erkenntnisse. Außerdem aber kamen die in den USA und Japan gesammelten Farbfernseh-Erfahrungen unseren Entwicklungen zugute.

Bei der Industrie sind die Entwicklungsarbeiten für die Fertigung der Farbfernsehempfänger inzwischen abgeschlossen und die Fließbänder für Serienproduktion angelaufen. Die „Farbe" wird, als zusätzliche Bereicherung zum Schwarz-Weiß-Programm, dem Fernsehen — das im letzten Jahrzehnt eine so überaus positive Entwicklung genommen hat — viele neue Freunde zuführen. Nicht zuletzt durch sie wird die Fernsehwirtschaft in allen Bereichen weitere starke Impulse erhalten.

In den Alldephi-Geschäftsberichten 1955 und 1960 wurden die Entwicklungstendenzen des Schwarz-Weiß-Fernsehens mit einer Voraussage der Fernsehteilnehmerzahlen aufgezeigt. Es wird daher interessant sein, an Hand einer Prognose heute einmal die Entwicklung anzudeuten, die speziell das Farbfernsehen in der zweiten Hälfte des Jahres 1967 und die das Fernsehen insgesamt in den weiteren Jahren in der Bundesrepublik nehmen dürfte.

Die in Tab. I angezeigte Entwicklung ist naturgemäß von verschiedenen Faktoren abhängig. Es sind dies in erster Linie die Farbfernseh-Programmzeiten pro Tag beziehungsweise pro Woche sowie der Preis von etwa 2500 DM für ein Farbfernsehgerät, das gegenüber Schwarz-Weiß-Empfängern einen zweieinhalb- bis dreifach höheren technischen Aufwand hat und somit auch einen höheren Verkaufspreis haben muß. Der dritte, ebenfalls nicht unwesentliche Faktor ist die inhaltliche Qualität der Sendungen. Hier dürften jedoch die in der Vergangenheit so erfolgreichen Bemühungen der deutschen Sendeanstalten die Gewähr dafür bieten, daß auch die Farbfernsehprogramme mit zu den Spitzenleistungen auf diesem Gebiet zählen werden.

Zum Zeitpunkt des Farbfernseh-Starts im August 1967 wird es in Deutschland weit über 13 Millionen Fernsehteilnehmer geben; am 31. Dezember 1966 waren es 12,7 Millionen (erfreulich übereinstimmend mit der Schätzung in unseren früheren Berichten). Auf die Anzahl der Haushalte im Bundesgebiet und in West-Berlin bezogen, entspricht das einer Sättigung von 59,3%. Philips-Marktuntersuchungen haben ergeben, daß der Sättigungsgrad in den nächsten Jahren weiter ansteigen und Ende 1970 rund 75% sowie Ende 1972 rund 80% betragen wird. Die für das Fernsehen überhaupt mögliche höchste Sättigung dürfte einmal bei 85 bis 90% liegen. In den nächsten Jahren werden 0,8 bis 1 Million neue Fernsehteilnehmer pro Jahr zu zählen sein.

Tab. I. Geschätzte Entwicklung in den Jahren 1967-1970

Jahr	Fernsehteilnehmer			Farbfernsehgeräte	
	Zugang	Stand jeweils am 31. 12.	Sättigungsgrad der Haushalte	Produktion	Verkauf (Handel an Konsument)
	in 1000	in 1000	in %	in 1000	in 1000
1966	1340	12719	59,3	—	—
1967	1000	13700	64	100	85
1968	900	14600	68	250	220
1969	850	15450	72	400	375
1970	800	16250	75	600	575

Aus den erwähnten Marktuntersuchungen ergibt sich weiterhin, daß die Käufer von Farbfernsehgeräten zunächst hauptsächlich aus den Reihen der heutigen Fernsehteilnehmer kommen werden, denn rund 2 bis 3% von ihnen möchten sich schon im Jahr der Einführung des Farbfernsehens einen Farbempfänger kaufen.

Dank der intensiven Vorbereitungen auf der Senderseite sind Empfangsmöglichkeiten gleich zu Beginn nahezu überall im Bundesgebiet und in West-Berlin vorhanden. So ist heute — in noch stärkerem Maße als 1952 beim Start des Schwarz-Weiß-Fernsehens — für das Farbfernsehen die denkbar beste Ausgangsbasis geschaffen worden.

Dieses erfreuliche Bild rechtfertigt durchaus den Optimismus unserer Branche für eine gute Geschäftsentwicklung, zumal neben dem Farbfernsehgerätegeschäft auch der Umsatz mit Schwarz-Weiß-Empfängern weiter gut bleiben wird, denn „Farbe" und „Schwarz-Weiß" werden freundschaftlich mit- und nebeneinander leben. Bezüglich des Schwarz-Weiß-Fernsehens kann man sogar ohne weiteres sagen, daß in Zukunft in viel stärkerem Maße als bisher dem Ersatzgeräte-, dem Zweitgeräte- und auch dem Drittgeräte-Geschäft, hier besonders den sogenannten Portables, eine große Bedeutung zukommen wird.

Die nächsten Jahre werden also der gesamten Rundfunk- und Fernsehwirtschaft erneut eine Zeitspanne starken geschäftlichen Aufschwungs bringen. Die Fernsehindustrie ist sich mit dem Fach-, Groß- und Einzelhandel dieser einmaligen Chance, aber auch der daraus resultierenden Verpflichtung bewußt. Sie werden in enger, vertrauensvoller Zusammenarbeit an die Aufgaben herangehen, die der Markt der Zukunft stellen wird.

H. RÖBEL und H. UHLENHUT

Ablenkschaltungen und Hochspannungserzeugung im Farbfernsehempfänger

DK 621.397.62:621.397.132

Die Ablenkschaltungen in Farbfernsehempfängern weisen neben einer Reihe von gleichgearteten Problemen auch Besonderheiten gegenüber den Schwarz-Weiß-Empfängern auf. Das auffälligste Kennzeichen der Farbablenkschaltungen ist, abgesehen von den Konvergenzproblemen, die Hochspannung von 25 kV bei einer Belastung der Hochspannungsquelle mit maximal 1,5 mA. Vergleicht man die Leerlaufspannung, die bei dem mittleren Innenwiderstand von rund 2,5 MOhm ungefähr 28 kV beträgt, mit der Leerlaufspannung von 20 kV des Schwarz-Weiß-Empfängers, dann wird deutlich, daß in den Farbfernsehempfängern die Anforderungen an den Hochspannungsgenerator hinsichtlich Spannungsfestigkeit, Stabilität und Leistungsfähigkeit erheblich größer sind.

1. Horizontalablenkung

Die für die Zeilenauslenkung der Bildröhre A 63-11 X erforderliche Blindleistung in der Farbablenkspule

$$P_{Ab} = 0{,}125 \cdot I_{ss}^2 \cdot L_{Ab} \cdot f_H$$
$$= 0{,}125 \cdot 2{,}7^2 \cdot 2{,}9 \cdot 10^{-3} \cdot 15\,625 = 41{,}5 \text{ VA}$$

(I_{ss} = Ablenkstrom, L_{Ab} = Induktivität der Ablenkspule, f_H = Horizontalfrequenz) ist 30 % größer als der Blindleistungsbedarf für eine normale 20-kV-Ablenkschaltung, obwohl der Mehrbedarf für die gesteigerte Hochspannung und den größeren Halsdurchmesser der 90°-Röhre durch den kleineren Ablenkwinkel und die damit verbundene mögliche Ablenkfeldverlängerung aufgewogen werden müßte. Die Hauptursachen für den erhöhten Bedarf sind darin zu sehen, daß

1. wegen der Farbreinheitseinstellung mit der Ablenkspule diese normalerweise nicht unmittelbar am Bildröhrenkolben anliegen kann, wodurch die mit Ablenkwinkel und Halsdurchmesser gegebenen geometrischen Bedingungen nicht voll ausgenutzt werden können, die Ablenkspule also praktisch für einen größeren Ablenkwinkel ausgelegt werden muß,

2. zur Korrektur von fertigungsbedingten Ungleichmäßigkeiten der oberen und unteren Spulenhälfte der Ablenkspule der Ablenkstrom über eine sogenannte Differentialspule den beiden Halbspulen zugeführt wird und

3. die Kissenentzerrung nicht mit Permanentmagneten (die die Ablenkempfindlichkeit vergrößern) durchgeführt werden kann, da der Einfluß auf die drei Strahlen wegen der unterschiedlichen Lage im Ablenkfeld verschieden wäre und zu Konvergenzfehlern führen würde.

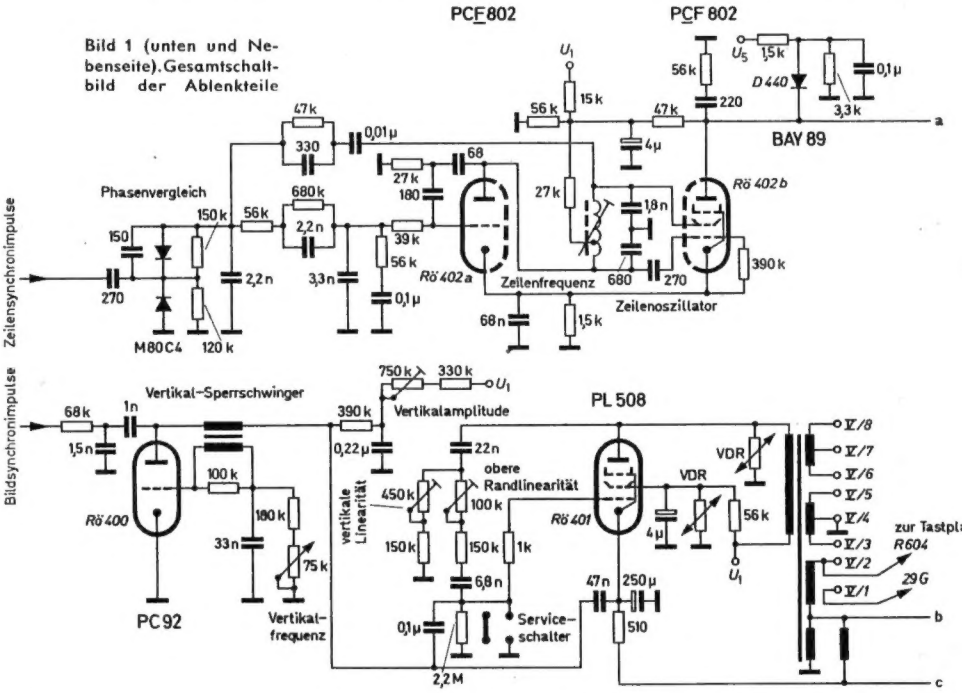
Der erhöhte Blindleistungsaufwand und die höhere Hochspannung haben eine größere Verlustleistung zur Folge. Dazu kommt, daß der Zeilen-Endstufe eine ganze Reihe von Hilfsspannungen entnommen werden, die den Leistungsbedarf ungünstig beeinflussen. Damit ergibt sich eine Leistungsbilanz für die gesamte Zeilen-Endstufe nach Tab. I.

In Fachaufsätzen ist schon mehrfach erwähnt worden, daß eine einfache Zeilen-Endstufe mit einer Versorgungsspannung von etwa 250 V für eine Leistung von 98,5 W nicht sinnvoll dimensioniert werden kann, da bei einem sägezahnförmig ansteigenden Anodenstrom ein Spitzenstrom von

$$I_{ss} \approx \frac{P_{Batt}}{U_{Batt}} \cdot \frac{2\,T}{t} = \frac{98{,}5}{250} \cdot \frac{2 \cdot 64}{42} = 1{,}2 \text{ A}$$

(t = Einschaltdauer der Zeilen-Endröhre) aufgebracht werden müßte.

Bei Erhöhung der Batteriespannung auf 380 V reduziert sich der Anodenspitzenstrom auf etwa 0,7 A, womit eine günstige Dimensionierung erreicht werden kann. Die Batteriespannung von 380 V läßt sich mit Hilfe einer Spannungsverdopplung aus dem 220-V-Netz leicht gewinnen, wobei sich bei gleichem Aufwand wie bei der Netztransformatorversorgung eine Batteriespannungs-Stabilisierung ermöglichen läßt.



Tab. I. Verlustleistungsanteile in der Zeilen-Endstufe

Anteile	Leistung W
Hochspannungsbelastung bei max. Strahlstrom	36,0
Anodenverlustleistung der Zeilen-Endröhre	20,0
Anodenverlustleistung der Boosterdiode	3,0
Zeilentrafo und Ablenkspule	29,6
Konvergenzschaltung	3,8
Kissenentzerrung	1,5
Schirmgitter der Bildröhre	1,2
Partialschwingungs-Dämpfungsglieder	3,0
Fokussierspannung	0,2
getastete Regelung	0,2
insgesamt	98,5
Schirmgitter	4,9

1.1. Ablenkung

Auf Grund der vorstehend skizzierten Überlegungen werden die Ablenkschaltungen in den Farbfernsehgeräten von *AEG-Telefunken* (in Anlehnung an die seit Jahrzehnten bekannte Technik der Schwarz-Weiß-Fernsehgeräte) mit einer stabilisierten Batteriespannung von 380 V und einem Zeilentransformator betrieben, der sowohl die Hochspannung wie auch den Ablenkstrom liefert. Bild 1 zeigt die Schaltung des Horizontal- und des Vertikalablenkteils. Die für die Farbfernsehgeräte entwickelte Zeilen-Endröhre PL 505 ist für eine Anodenbelastung von 25 W und einen Anodenspitzenstrom von 1,4 A ausgelegt. Bei dem Einsatz unter den in Tab. I genannten Betriebsbedingungen (P_v = 20 W, I_{sp} = 0,7 A) hat diese Röhre so viel Reserve, daß die Lebensdauererwartungen sehr gut sind.

Die Ansteuerspannung wird von einem Sinusoszillator mit der Oszillatorröhre P(C)F 802 gewonnen, dessen Phasensyn-

Ing. Heinz Röbel ist Laborleiter und Dipl.-Ing. Heinz Uhlenhut ist Entwicklungsingenieur in der Fernsehgeräteentwicklung von *AEG-Telefunken*, Hannover.

Die Firmen *AEG-Telefunken*, *Blaupunkt* und *Nordmende* stehen bei der Entwicklung von Chassis für Farbfernsehempfänger nach dem von *Telefunken* entwickelten PAL-System in engem Erfahrungsaustausch. Die ersten serienmäßig hergestellten Farbfernsehempfänger der drei Unternehmen werden nach einem gemeinsam erarbeiteten Konzept konstruiert, aber von jeder der beteiligten Firmen selbständig hergestellt. Wegen der hohen technischen Anforderungen an die Farbfernsehempfänger und im Interesse der allgemeinen Entwicklung dieser Technik in der Bundesrepublik wird einer derartigen Zusammenarbeit große Bedeutung beigemessen.

chronisierung unabhängig vom Ausgangskreis der Zeilen-Endstufe ist. Dies hat den Vorteil, daß die infolge der Kissenentzerrungsschaltung mit vertikalfrequenten parabelförmigen Impulsen überlagerte Zeilenausgangsspannung die Synchronisierung nicht störend beeinflussen kann. Um eine Beeinflussung des Oszillators durch strahlstromabhängige Verformungen der über die Gitter-Anoden- und Schaltkapazitäten eingekoppelten Rücklaufspannung zu vermeiden, wird der Sperrspannungspegel der Steuerspannung (Bild 2) über die entsprechend vorgespannte Diode *D 440* konstantgehalten.

turmöglichkeit für die Zeilengeometrie verzichtet werden. Das hat außerdem den Vorteil, daß Fehleinstellungen vermieden werden, was nach den Erfahrungen mit Schwarz-Weiß-Fernsehgeräten viel öfter zu Geometriefehlern führt als Abweichungen der Ablenkmittel von einem Entzerrungsmittelwert.

Der auf Grund der zu geringen Wölbung der Bildröhre auftretende Tangensfehler wird mit Hilfe einer S-förmigen Verzerrung des Ablenkstromes durch geeignete Dimensionierung des Boosterkondensators kompensiert. Man kann den Zeilenausgangskreis als Resonanzkreis mit verschiedenen Resonanzfrequenzen für die Vorlauf- und Rücklaufzeit ansehen [1, 2]. Die Kapazitätsfunktion für die Vorlaufzeit kann dabei vom Boosterkondensator allein oder (unter Berücksichtigung der transformatorischen Übersetzungsverhältnisse) von diesem und einem mit der Ablenkspule in Reihe geschalteten sogenannten Tangenskondensator übernommen werden. Bei der Farbbildröhre ist durch den Ablenkwinkel von 90° der Tangensfehler prinzipiell nicht so groß; außerdem wirkt die Entzerrung des relativ großen unsymmetrischen Linearitätsfehlers mit der Zeilenlinearitätsspule *L 490* auch schon im Sinne einer Tangensfehlerbeseitigung, so daß bei der noch übrigbleibenden Korrektur mit dem Boosterkondensator die dadurch bedingte Vergrößerung der der Boosterspannung überlagerten Parabelspannung so klein bleibt, daß die Betriebsbedingungen der Zeilen-Endröhre nicht entscheidend beeinflußt werden. Außerdem wird durch das Weglassen des Tangens-

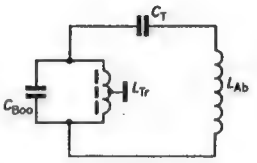
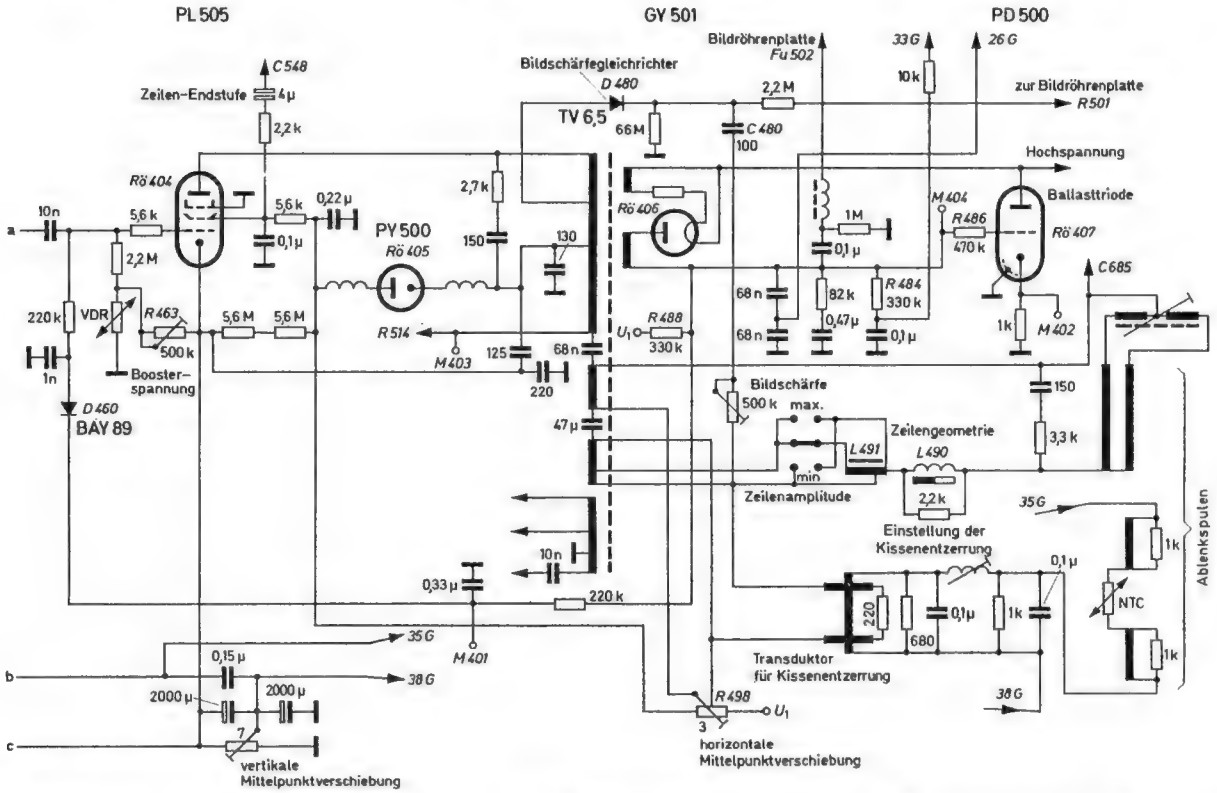
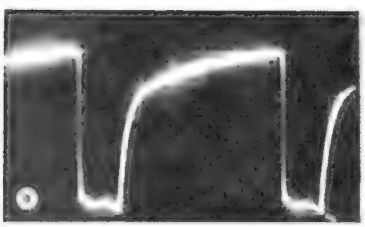


Bild 3. Ersatzschaltung für den Horizontal-Ablenkkreis





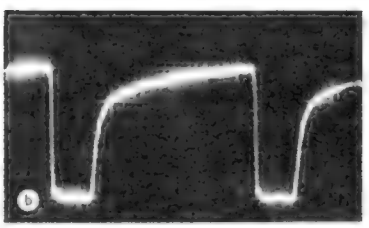


Bild 2. Steuerspannung der Zeilen-Endröhre; a) ohne Begrenzung, b) mit Begrenzung

Die Zeilenamplitude kann über die Amplitudenumschaltspule *L 491* ohne Veränderung der Hoch- und der Fokussierspannung um ±5 % geändert werden. Zwischenwerte lassen sich durch Arbeitspunktkorrektur (*R 463*) über die VDR-Regelung einstellen.

Die von den Kupferwiderständen und der Induktivität des Ablenkkreises abhängige Zeitkonstante $\tau_{Ab} = L_{Ab}/R_{Cu}$ bestimmt den nach der e-Funktion

$$i_{Ab} = I_s \cdot \left(1 - e^{-t/\tau_{Ab}}\right)$$

verlaufenden Ablenkstrom. Die deshalb erforderliche unsymmetrische Zeilengeometrieentzerrung erfolgt über die nicht einstellbare Zeilengeometriekorrekturspule *L 490*. Bei der für die Ablenkspule und den Zeilentransformator aus mehreren Gründen erforderlichen Fertigungspräzision kann auf eine nachträgliche Korrekkondensators das Ausschwingverhalten nach bestimmten Belastungen der Hochspannungsquelle (schmale horizontale Weißlinien) günstiger.

Im Schaltungsauszug nach Bild 3 ist die Ersatzschaltung des Ablenkkreises mit Tangenskondensator idealisiert dargestellt. Abgesehen von dem Serienkreis C_T, L_{Ab}, der für die Tangensentzerrung vorwiegend maßgeblich ist, tritt für niedrige Frequenzen – bei denen der Wechselstromwiderstand von L_{Ab} kleiner als der von C_T wird – eine Parallelresonanzstelle auf, die hauptsächlich von C_{Boo}, L_{Tr} und C_T bestimmt wird.

Bei horizontalen Weißlinien großer Intensität, deren Impulsbreite in die Größenordnung dieser Parallelresonanz fällt, wird dieser gedämpfte Kreis angestoßen, was zu Ausschwingvorgängen führt, wie sie im Bild 4a sichtbar sind. Ohne den Tangenskondensator tritt diese unerwünschte Resonanzstelle nicht mehr auf, so daß auch das Ausschwingen wegfällt (Bild 4b).

Bild 4. Bildausschnitt eines Gitterrasters; a) mit Tangenskondensator, b) ohne Tangenskondensator

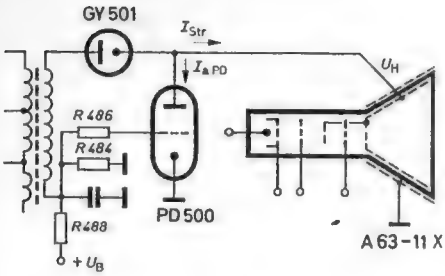


Bild 5. Schaltungsauszug mit Ballaströhre PD 500 ◀

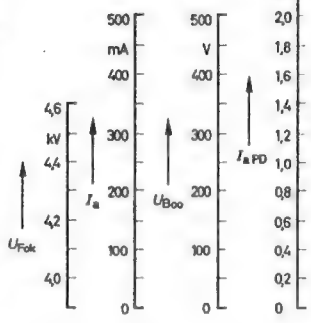
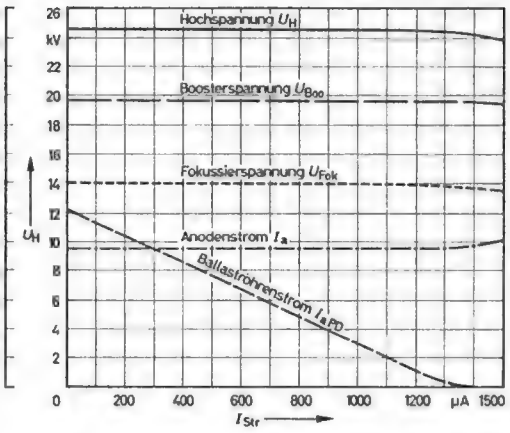


Bild 6. Abhängigkeit der Hoch-, Booster- und Fokussierspannung sowie des Anoden- und Ballaströhrenstroms von der Strahlstrombelastung ▶



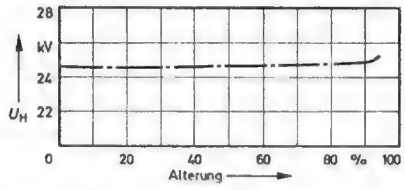


Bild 7. Abhängigkeit der Hochspannung von der Alterung der Ballaströhre bei $I_{Str} = 0$

Abgesehen von den oben angeführten elektrischen Vorzügen der Schaltung ohne Tangenskondensator, ergibt sich damit auch eine einfache Lösung für die Mittelpunktkorrektur des Zeilenrasters mit dem Potentiometer *R 498*. Im Farbfernsehempfänger kann der Rastermittelpunkt nicht mit den Ringmagneten am Ablenksystem verschoben werden, da man diese zur Einstellung der Farbreinheit braucht. Der Eintritt der drei Elektronenstrahlen in das Ablenkfeld wird damit so justiert, daß er mit der Belichtungsachse bei der Bildröhrenherstellung übereinstimmt.

1.2. Hochspannungserzeugung

Die Kombination des Hochspannungsgenerators mit der Ablenkung in einer Zeilen-Endstufe kann, bedingt durch die sehr hohen Strahlströme, die im Dauerbetrieb 1,2 mA und im Grenzfall für geraume Zeit auch 1,5 mA sein dürfen, nicht mit einer einfachen VDR-Regelschaltung auskommen. Mit einer Regelung dieser Art kann entweder die Amplitude der Zeilenauslenkung oder (bei einem extrem hohen Regelfaktor) die Hochspannung selbst konstantgehalten werden. Für die einwandfreie Wiedergabe von Farbfernsehbildern muß – abgesehen von der Konstanz der Zeilenamplitude – sowohl die Hochspannung stabil sein, da hiervon die Bildschärfe stark abhängt, als auch die Boosterspannung belastungsunabhängig sein, da die Steuerspannung für die Konvergenzschaltung eine proportionale Abhängigkeit zur Boosterspannung hat.

Schwankungen der Hochspannung lassen sich notfalls zur Erhaltung eines gleichbleibenden Schärfeeindrucks noch durch eine direkte lineare Abhängigkeit zwischen Hochspannung und Fokussierspannung ausgleichen. Die gleichzeitige Forderung nach konstanter Bildamplitude und konstanter Boosterspannung bei Strahlstromänderungen ist mit dieser Schaltung aber nur auf dem Wege eines Belastungsausgleichs mit einer Ballaströhre erreichbar. Die Ballaströhre hat also die Aufgabe, bis zu einem technisch vertretbaren, vorgewählten Grenzwert den Differenzstrom zum eigentlichen Bildröhrenstrom aufzunehmen. Als Grenzwert der konstanten Belastung für den Hochspannungsgenerator wird der zulässige Dauerstrom (1,2 mA) der Bildröhre gewählt. Steigt der Strahlstrom darüber hinaus, so arbeitet die Endstufe wie eine normale Schwarz-Weiß-Endstufe mit VDR-Regelung.

Diese doppelte Regelung hat den großen Vorteil, daß auch im Falle eines Ausfalles einer Regelfunktion die Hochspannung nicht extrem hohe Werte annehmen kann. Ohne diese „Sicherung" könnte bei bestimmten Störungsfällen die Hochspannung weit über 30 kV ansteigen, was zu Beschädigungen der Bildröhre führen kann.

Der Schaltungsauszug nach Bild 5 zeigt die Funktionsweise der Ballaströhre PD 500. Die Schaltung hat für diese Röhre eine gegenkopplungsähnliche Wirkung. Im Fußpunkt der Hochspannungswicklung des Zeilentransformators liegt ein Widerstand (*R 484*) gegen Masse, an dem der Strahlstrom I_{Str} aller drei Systeme der Bildröhre und auch der Anodenstrom $I_{a\,PD}$ der Ballaströhre selbst einen negativen Spannungsabfall erzeugen, der als Steuerspannung dem Gitter der Ballaströhre zugeführt wird. Da das Gitter über den Widerstand *R 488* gleichzeitig an der stabilisierten Batteriespannung liegt, wird eine so steile Regelung erreicht, daß die Hochspannung bei Strahlströmen zwischen 0 und etwa 1,25 mA nahezu völlig konstant ist (Bild 6).

Die Voraussetzungen für diese steile Regelcharakteristik lassen sich mathematisch ableiten. Mit den Bezeichnungen im Bild 5 erhält man die Näherungsgleichung

$$I_{a\,PD} = -I_{Str} + \frac{U_B}{R_{484}} + \frac{D \cdot U_H}{R_{484} \,||\, R_{488}},$$

wobei D der Durchgriff der PD 500 ist. Diese Gleichung gilt nur in der Nähe von $I_{a\,PD} = 0$ nicht mehr, da dort auch die Steilheit zu Null wird. Aus der Näherung folgt schließlich

$$I_{a\,PD} + I_{Str} = \frac{U_B}{R_{484}} + \frac{D \cdot U_H}{R_{484} \,||\, R_{488}} = \text{const.}$$

Der besondere Vorzug der hier beschriebenen Schaltung, die die obige Näherung erfüllt, ist, daß auch

$$\frac{U_B}{R_{484}} > \frac{D \cdot U_H}{R_{484} \,||\, R_{488}}$$

ist, womit die Röhreneigenschaften weitgehend eliminiert werden und bei Verwendung von eng tolerierten ($\leqq 5$ %) Widerständen – besonders für *R 484* – auf eine Einstellmöglichkeit verzichtet werden kann. Hierbei wirkt sich die stabilisierte Betriebsspannung sehr vorteilhaft aus. Auch bei Röhrenwechsel stellt sich automatisch der gewünschte Gesamtstrom von rund 1,2 mA mit großer Genauigkeit ein, und der Innenwiderstand des Hochspannungsgenerators ist in jedem Fall ohne jegliche Service-Einstellung bis zu diesem Grenzstrom annähernd Null. Außerdem erreicht man auf diese Weise, daß auch bei Alterung der Ballaströhre (und zwar solange $S(R_{484}||R_{488}) > 1$ ist, was erst bei einem Anstieg der Gitterspannung bis in das Gitterstromgebiet nicht mehr erfüllt wird) die Lastausgleichfunktion sehr gut erhalten bleibt. Bild 7 zeigt, daß bis zu einer Emissionsabnahme von etwa 80 % die Hochspannung bei $I_{Str} = 0$ maximal erst um 200 V ($\triangleq$ 0,8 %) ansteigt.

In einer Reihe von Veröffentlichungen wurde die Ballaströhre wegen der damit verbundenen Röntgenstrahlungsgefahr als ungünstiges Bauteil eingestuft. Auf Grund umfangreicher Untersuchungen konnte das Röhrensystem der PD 500 aber so aufgebaut werden, daß die von ihm abgegebene Strahlendosisleistung von 2 µr/h im Betrachtungsabstand von 3 m erheblich unter dem natürlichen Strahlungswert von etwa 15 µr/h liegt [2]. Durch eine einfache zusätzliche Abschirmung, die gleichzeitig als Halterung für die Röhrenfassung dient, wird diese Dosisleistung noch so stark abgeschwächt, daß auch in unmittelbarer Nähe vom Empfänger die Strahlung weit unter dem zulässigen Grenzwert von rund 0,25 mr/h liegt [3]. Im Abstand von etwa 3 m ist die Strahlung dann so schwach, daß sie mit normalen Meßmitteln nicht mehr feststellbar ist. Abgesehen von diesen ohnehin schon sehr niedrigen Strahlungswerten, nimmt die Strahlung der Ballaströhre noch ab, sobald die Bildröhre anfängt, Strom zu übernehmen. Die Röntgenstrahlung der Ballaströhre ist also völlig bedeutungslos.

Oberhalb des Wirkungsbereiches der Ballaströhre setzt die VDR-Regelung ein, die die Zeilen-Endstufe so weit stabilisiert, daß der Hochspannungsgenerator einen Innenwiderstand von etwa 2,2 MOhm hat, wobei die horizontale Bildamplitude nahezu konstant bleibt. Bei einem mittleren Strahlstrom von 1,5 mA setzt dann, um eine Beschädigung der Bildröhre zu verhindern, eine Begrenzungsschaltung ein, die ein weiteres Anwachsen des Strahlstroms verhindert. Abgesehen von der Stabilisierung des Arbeitspunktes der Zeilen-Endröhre gegen statistische Schwankungen und Alterung, ist die Wirkung der VDR-Regelung auf Strahlströme zwischen 1,2 und 1,5 mA beschränkt, das heißt, die Hochspannung nimmt in diesem Bereich um etwa 700 V ab. Da sich die Fokussierspannung proportional dazu ändert, macht sich die Abnahme nicht störend bemerkbar.

Für den Fall, daß die Ansteuerung der Bildröhre durch Kurzschluß (beispielsweise zwischen Gitter und Katode) ausfällt und damit auch die Strahlstrombegrenzung unwirksam ist, wird über die Diode *D 460* die Zeilen-Endstufe so weit zugeregelt, daß der Kurzschlußstrahlstrom auf etwa 2 mA begrenzt ist.

Ein wichtiger Punkt ist das Verhalten des Hochspannungsgenerators bei Impulsbelastung. Bild 8 gibt einen Überblick über die theoretisch mögliche Größe eines Stromimpulses als Funktion der Weißfläche auf dem Bildschirm unter Zugrundelegung

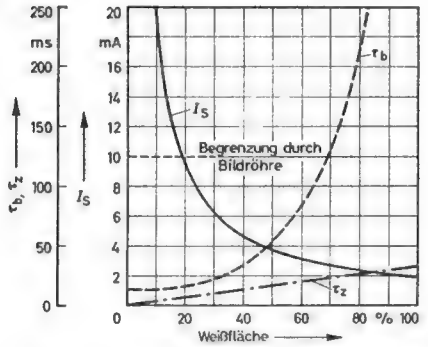


Bild 8. Theoretisch möglicher Impulsspitzenstrom in Abhängigkeit von der Weißfläche für $I_{Str} = 1{,}5$ mA und zugehörige Zeitkonstanten des Hochspannungsausgangs (τ_b für bildfrequente und τ_z für zeilenfrequente Vorgänge)

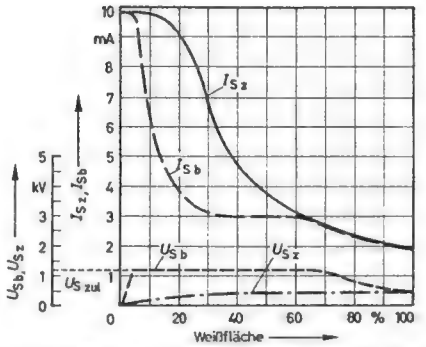


Bild 9. Zulässige Impulsspitzenströme I_{Sb} für bildfrequente und I_{Sz} für zeilenfrequente Vorgänge in Abhängigkeit von der Weißfläche und dabei auftretende Wechselspannungen U_{Sb} und U_{Sz}

eines mittleren Strahlstromes von 1,5 mA. Die davon abhängige Zeitkonstante des Hochspannungsausgangs

$$\tau = R_{Str} \cdot C_{BR} = \frac{U_H}{I_S} \cdot C_{BR}$$

(C_{BR} = Bildröhrenkapazität) hat als inverse Gleichung zum Spitzenstrom I_S einen linear ansteigenden Verlauf. Diese Zeitkonstante ist aber nur für zeilenfrequente Vorgänge von Bedeutung, denn die vom Zeilenrücklauf abgegebenen Aufladeimpulse puffern die Bildröhrenkapazität C_{BR}, was für Stromimpulse mit einer niedrigeren Folgefrequenz zu einer scheinbaren Vergrößerung der Kapazität und damit zu einer erheblichen Vergrößerung der Zeitkonstante führt.

Wegen der Kombination des Hochspannungsteils mit dem Ablenkteil sind Änderungen der Hochspannung in Abhängigkeit von der Belastung nicht so schwerwiegend, da die Boosterspannung gleichzeitig eine Änderung erfährt. Für einen Amplitudenfehler (bei einem Schwarz-Weiß-Sprung) von 1 % darf der Hochspannung eine Wechselspannung von $U_S \approx 1200$ V überlagert sein.

Da die Hochspannungsänderung $\Delta U \approx I_S \times \times t_i/C$ ist, kann für den jeweiligen Spitzenstrom die Dauer des Stromimpulses $t_i = \tau/10$ sein, das heißt, für alle zeilenfrequenten Vorgänge – zum Beispiel vertikale Weißlinien – und für vertikalfrequente Vorgänge, deren Impulsbreite t_i kleiner als 1 ms oder größer als 12 ms ist, wird diese Forderung erfüllt; es reicht allein die Ladungsmenge der Bildröhrenkapazität aus, um diesen Strom nahezu ohne Hochspannungsverlust zu liefern. In dem zwischen 1 und 12 ms liegenden Bereich muß der Spitzenstrom in dem im Bild 9 gezeigten geringen Umfang begrenzt werden. Das Optimum der Begrenzung liegt bei einer Impulsbreite von 4 ms, wobei der mögliche Spitzenstrahlstrom um den Faktor 2,4 von 9 auf 3,8 mA begrenzt werden muß.

Die Begrenzung wird dadurch erreicht, daß in diesem Bereich die Ballaströhre aufgetastet wird, wodurch über die Strahlstrombegrenzung der mittlere Strahlstrom und damit der Spitzenstrom entsprechend gesenkt wird. Das Verhalten der Zeilen-Endstufe gegenüber Spitzenströmen ist damit sehr gut, besonders, wenn man berücksichtigt, daß bei einem Strahlstrom von etwa 3,5 mA die Zeilenstruktur durch Defokussierung völlig verwaschen ist.

Die Fokussierspannung wird über den Selenstabgleichrichter *D 480* von einer Anzapfung am Niederspannungswickel des Zeilentransformators gewonnen. Den großen Einstellbereich von ± 0,5 kV bei einem Mittelwert von 4,8 kV erreicht man dadurch, daß der Ladekondensator *C 480* über einen Einstellwiderstand an eine Wicklung geschaltet wird, die negative Impulsspannungen führt. Der Einstellwiderstand hat dann eine doppelte Funktion: Einerseits wird bei Vergrößerung dieses Widerstandes der Ladestromimpuls verkleinert und damit die mittlere Gleichspannung herabgesetzt. Andererseits wirkt dieser Widerstand für den negativen Spannungsanteil wie der Vorwiderstand eines Spannungsteilers, wobei die Kapazität am gleichspannungsseitigen Ende des Gleichrichters – dazu gehört auch die Gleichrichterkapazität – als Teilerwiderstand arbeitet. Die Erhöhung des Einstellwiderstands verringert damit den negativen Impulsspannungsanteil, was auch zu einer Verkleinerung der mittleren Gleichspannung führt. Auf diese Weise kann der große Einstellhub mit einem relativ kleinen Potentiometer erreicht werden.

2. Vertikalablenkung

Die Schaltung der Vertikalablenkung ist weitgehend mit üblichen Schwarz-Weiß-Ablenkschaltungen identisch. Lediglich der Einsatz eines Sperrschwingers als Oszillator für die Ansteuerung der Endstufe ist etwas abweichend vom derzeitigen Stand der Schwarz-Weiß-Geräte. Durch die Kissenentzerrung ist der Ausgangskreis der Vertikal-Endstufe sehr stark mit Zeilenimpulsspannung behaftet, so daß zur Sicherstellung eines einwandfreien Zeilensprunges der hierfür auf Grund der Schaltung etwas unempfindlichere Sperrschwinger den Vorzug erhielt.

Die Ablenkspule stellt für die Vertikalfrequenz vorwiegend einen Wirkwiderstand dar, so daß die Ablenkung eine Wirkleistung von der Größe

$$P_A = 0{,}0835 \cdot I_{ss}^2 \cdot R_{Ab} = 0{,}0835 \cdot 0{,}84^2 \cdot 19 = 1{,}12 \text{ W}$$

erfordert, die um etwa 12 % größer als die einer 20-kV-Schwarz-Weiß-Konzeption ist. Die Zusammensetzung des gesamten Leistungsbedarfes in der Vertikal-Endstufe kann Tab. II entnommen werden.

Tab. II. Leistungsanteile der gesamten Vertikal-Endstufe

Anteile	Leistung W
Ablenkspule mit NTC	1,12
Konvergenzschaltung	1,5
Kissenentzerrung	0,06
Anode der Endröhre	7,0
Trafo- und Rücklaufverluste	1,77
Schirmgitter	1,18
Katodenwiderstand	0,67
insgesamt	13,30

Das Verhältnis der Anodenverlustleistung der Endröhre zur gesamten Anoden-Batterieleistung ist mit 57 % um 4 % ungünstiger als bei der zum Vergleich herangezogenen Schwarz-Weiß-Konzeption. Die Ursache ist in dem größeren L/R-Verhältnis des Ausgangskreises zu sehen, das wegen des ungünstigen Einflusses der Kissenentzerrung und der Konvergenzschaltung auf die vertikale Bildgeometrie benötigt wird.

Die Vertikal-Endröhre PL 508 ist für eine Anodenverlustleistung von 12 W ausgelegt, was bei der oben genannten Belastung eine sehr große Reserve darstellt und damit lange Lebensdauer erwarten läßt. Einen großen Vorteil bietet auch hier wieder die stabilisierte Betriebsspannung von 380 V, denn Netzspannungsschwankungen gehen dadurch nicht in die Ablenkung ein; sie brauchen demzufolge bei der Dimensionierung der Endstufe nicht berücksichtigt zu werden.

Abgesehen von dem günstigeren Wirkungsgrad, der sich mit der Betriebsspannung von 380 V erreichen läßt, wird durch die stabile Spannung eine optimale Auslegung für die Betriebsdaten der Endröhre möglich.

3. Zusammenfassung

Die hier beschriebene Schaltung gleicht auch bei Einbeziehung des stabilisierten Netzteils im Kostenaufwand ungefähr anderen bekannten Versionen, es sei denn, man legt eine Schaltung zugrunde, die den üblichen Schwarz-Weiß-Konzeptionen – nur mit erhöhter Hochspannung – entspricht. Eine derartige Schaltung ist aber aus den vorgenannten Gründen beim jetzigen Stand der Technik noch nicht praktikabel. Infolge des stabilisierten Netzteils ist die gesamte Ablenkung völlig unabhängig von Netzspannungsschwankungen jeder Art. Die Schaltung ist so aufgebaut, daß nur ein Minimum an Service-Einstellungen erforderlich ist. So muß beispielsweise in der Horizontalablenkung beim Ausfall der Zeilen-Endröhre nur die Amplitude mit *R 463* eingestellt werden.

Der Innenwiderstand des Hochspannungsgenerators ist auch bei Alterung der Ballaströhre über lange Zeit konstant und annähernd gleich Null. Ebenfalls unabhängig von Alterung und Betriebsdaten ist das Verhalten bei Impulsbelastungen, da es praktisch nur von der Zeitkonstante des Ausgangskreises bestimmt wird. Die Röntgenstrahlung der Ballaströhre ist unbedeutend.

Für einen Helligkeitseindruck wie bei einem Schwarz-Weiß-Fernsehempfänger benötigt die Farbbildröhre einen mittleren Strahlstrom von 0,6 ... 0,8 mA, so daß die Ballaströhre im Mittel nur einen kleinen Teil der Belastung übernimmt.

Die Ablenk-Endröhren werden alle mit sehr viel Reserve gegenüber der Grenzbelastung betrieben, so daß die Lebensdauererwartungen recht hoch anzusetzen sind.

Schrifttum

[1] Andrieu, R.: Die Zeilenablenkung mit Spartransformator. Telefunken Ztg. Bd. 25 (1952) Nr. 95

[2] • Schlegel, H. R., u. Nowak, A.: Impulstechnik. Hannover 1955, Fachbuchverlag S. Schütz

[3] Korn, J.: Schall-, Licht- und Röntgenstrahlung beim Fernsehen. Funkschau Bd. 33 (1961) Nr. 20

Weiteres Schrifttum

• Die Fernsehbildröhre. Telefunken-Fachbuch, 1959

NDR-Farbfernsehvorbereitungen

Der neue Farbfernseh-Übertragungswagen des NDR

Schon jetzt können im Sendegebiet des NDR täglich Farbfernseh-Versuchssendungen empfangen werden. Diese Sendungen werden über das voll farbtüchtige Strekkennetz der Deutschen Bundespost übermittelt und von den NDR-Sendern Hamburg, Hannover, Harz und Kiel montags bis freitags von 8.00 bis 9.45 Uhr ausgestrahlt. Nach dem 1. Juli 1967 – also dann, wenn die ersten Farbfernsehgeräte im Handel erhältlich sein werden – ist eine Erweiterung dieser Versuchssendungen geplant.

Auf der Produktionsseite hat der NDR zunächst damit begonnen, Erfahrungen auf dem Gebiet des Farbfilms zu sammeln. In den Lokstedter und Wandsbeker Ateliers wurden dafür Beleuchtungsanlagen installiert, die den erhöhten Ansprüchen der Farbfilmkamera an die Qualität der Atelierbeleuchtung genügen. Gleichzeitig wurden die Mitarbeiter des NDR mit den veränderten Bedingungen und Erfordernissen des Farbfernsehbetriebes vertraut gemacht. Das betraf nicht nur die Programmabteilungen und die Technik, sondern vor allem den Produktionsbetrieb (Bühnenbilder, Dekorationen, Kostüme, Maskenbildnerei. Grafik).

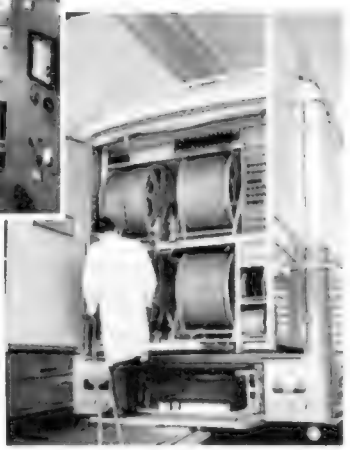
Da der NDR an den zunächst wöchentlich vorgesehenen vier Stunden Farbfernsehen im ARD-Programm entsprechend seinem Anteil an diesem Programm (20 v. H.) beteiligt sein wird, entsteht über die Farbfilmproduktion hinaus die Notwendigkeit, Live-Sendungen und magnetische Aufzeichnungen (MAZ) beizusteuern. Hierfür wurde beim NDR eine bislang einzigartige Konzeption entwickelt: Um möglichst rationell zu arbeiten, gab der NDR zunächst einen Übertragungswagen in Auftrag, der sowohl für Außenübertragungen als auch in Verbindung mit Studios, Ateliers und Sendesälen verwendet werden kann.

Zugunsten dieser beweglichen Regie- und Kameratechnik hat der NDR den festen Ausbau seiner Studios in die zweite Stufe der Planung verlegt. Auf diese Weise wird es unmittelbar nach Einführung des Farbfernsehens am 25. August 1967 möglich sein, alle Sendeformen vom Fernsehspiel über die Unterhaltung bis zum Sport und zur Aktualität in Farbe zu erproben, aufzuzeichnen und an die Sender zu geben.

Der NDR hat sich zu diesem Vorgehen angesichts der hohen Kosten der Farbfernsehtechnik entschlossen, andererseits aber auch im Hinblick auf die stürmische Weiterentwicklung dieser Technik. Wenn der Ausbau der Studios Zug um Zug erfolgt, wird es eher möglich sein, den jeweils jüngsten Entwicklungsstand zu berücksichtigen. Diese Vorsicht erklärt sich aus den hohen Investitionskosten.

Der Farbfernseh-Übertragungswagen

Der Wagen wurde von der *Fernseh-GmbH* (Darmstadt) gebaut. Fahrgestell und Aufbauten wurden von *Mercedes-Benz* hergestellt. Die Bauzeit betrug zwei Jahre. An der Planung war der Norddeutsche Rundfunk von Anfang an beteiligt. Der Wagen mißt 11,5 m und wiegt 20 t, die sich auf drei Achsen verteilen. Das zulässige Gewicht ist 22 t.



Blick auf die Bildregie (links) im Übertragungswagen. Für den Übertragungswagen mußten etwa 2,5 Mill. DM aufgewendet werden; jede der vier im Wagen mitgeführten Plumbicon-Kameras kostet bereits etwa 230000 DM. Im rückwärtigen Teil des Wagens (unten) sind die Anschlußkabel für die Kameras untergebracht

Der Wagen ist mit vier Drei-Röhren-Plumbicon-Kameras von *Philips* (Eindhoven) ausgerüstet Diese neuen Kameras arbeiten bereits bei einer Beleuchtungsstärke von 1500 Lux einwandfrei; das sind nur etwa 60 % mehr Licht als bei einer Schwarz-Weiß-Aufnahme. Die vier Kameras sind mit je 150 m Kabel versehen; vier 100 m lange Verlängerungskabel können für Außenübertragungen bereitgestellt werden. Eine Kamera kann mit maximal 600 m Kabel betrieben werden.

In dem Wagen sind in drei Räumen die Tonregie, die Bildregie und die Videotechnik untergebracht. Zwischen Ton- und Bildregie besteht Sichtverbindung. In der Bildregie sind Plätze für den Regisseur, den Bildmischer und einen Assistenten vorhanden. Ein großes Bildmischpult und eine Trickeinrichtung erweitern die technischen Möglichkeiten der Regie. Es können Einblendungen von Schwarz-Weiß- und Farbsignalen von Filmgebern, Diagebern, MAZ-Anlagen und Zuspielungen von anderen Übertragungswagen oder Studios vorgenommen werden. Auf-, Aus-, Überblendungen und elektronische Spezialeffekte, wie sie sich in Schwarz-Weiß erzielen lassen, sind ebenfalls möglich.

Die tontechnischen Einrichtungen lieferte *Siemens* in der neuen volltransistorisierten „Sitral"-Technik. Die Tontechnik wurde den Anforderungen einer Studioproduktion und einer größeren Außenübertragung angepaßt. Es sind 20 Mikrofoneingänge, Entzerrer, Hallkanäle, 2 Tonbandgeräte, drahtlose Verständigungseinrichtungen und Playback-Saalbeschallungseinrichtungen vorhanden.

Der Übertragungswagen steht ab Anfang Mai 1967 für Ausbildungsaufgaben zur Verfügung. Im Juni wird die Fernsehspielproduktion „Marat" von Peter Weiss in Farbe aufgezeichnet. Im Anschluß daran wird der Wagen auf der Funkausstellung in Berlin eingesetzt. Von dort aus soll täglich eine größere Unterhaltungsproduktion aufgenommen und gesendet werden.

Umbauten in den Studios

Studio B in Lokstedt, das bisher keinen eigenen Regieraum hat, erhält eine eigene Regie-Einrichtung für Farbe. Im Herbst 1967, spätestens nach der Funkausstellung, kann das Studio dem Betrieb übergeben werden. Vorgesehen sind vier Plumbicon-Kameras. Das Bildmischpult erhält ebenfalls eine Trickeinrichtung.

Studio B mit einer Grundfläche von 430 m² eignet sich besonders gut für kleinere Fernsehspiele, Unterhaltungssendungen, Nachmittagsprogramme und für die aktuelle Berichterstattung. Die Kamerakabel wurden so bemessen, daß auch Farbprogramme aus den benachbarten Studios A und C aufgenommen werden können.

Der Ausbau des Studios C für Farbsendungen wird nach der Fertigstellung des Studios B in Angriff genommen. Aus diesem Studio soll später vorwiegend die Tagesschau gesendet werden. Mit Sicherheit kann angenommen werden, daß das Studio zum 1. 4. 1969 dem Betrieb übergeben werden kann. Vor diesem Termin können aus Studio C nach Produktionsschluß in Studio B die 20.00-Uhr-Tagesschau und die Spätausgabe über Regie B in Farbe gesendet werden.

Die Aufzeichnungen von elektronischen Produktionen erfolgen in Lokstedt auf farbtüchtigen MAZ-Anlagen „VR 2000" von *Ampex*. Zwei 35-mm- und zwei 16-mm-Filmgeber werden bereits 1967 in Lokstedt für Sendungen und zum Einspielen bei Produktionen zur Verfügung stehen. Filmbeiträge für Produktionen in Wandsbek können über die vorhandene Bildleitung Lokstedt — Wandsbek übertragen werden. Die Geräte werden bis zum Beginn der Funkausstellung in Betrieb genommen. Ein weiterer 16-mm-Abtaster wird im Januar 1968 aufgestellt.

W. HASSELBACH

Zur Entwicklung des Tonabnehmersystems „V 15-II"

DK 681.84.081.47:681.84.082

Von den speziellen elektroakustischen Qualitätsanforderungen an ein Tonabnehmersystem – als wichtigste geeigneter Frequenzgang und hoher Störabstand durch Brummunempfindlichkeit sowie relativ hohe Ausgangsspannung – werden geringe nichtlineare Verzerrungen durch gute Abtastfähigkeit, geringe geometrische Abtastverzerrungen und minimale Spurfehlwinkel erreicht. Zuverlässigkeit, Unempfindlichkeit gegen Temperatureinflüsse und Ermüdungsfreiheit auch nach langer Betriebszeit und Dauerbetrieb sind weitere Voraussetzungen für Qualitätswiedergabe. Der Abstand der Systemunterseite von der Schallplatte muß außerdem so groß sein, daß auch bei verformten Platten keine Gefahr des Schleifens besteht. Schließlich sollte ein gutes Tonabnehmersystem auch zu einem vernünftigen Preis herstellbar sein.

Unter Berücksichtigung dieser Gesichtspunkte begann man bei *Shure* nicht mit der Verbesserung eines vorhandenen Tonabnehmersystems, sondern ohne Rücksicht auf bestehende Fertigungsprogramme mit völlig unabhängigen grundlegenden Untersuchungen für ein neues Abtastsystem.

1. Prinzip des Wandlers

Der erste Teil der Untersuchungen [1] erstreckte sich hauptsächlich auf die zur Erreichung einer guten Beschleunigungs-Abtastfähigkeit erforderlichen Beschränkungen bezüglich Trägheitsmoment und Compliance von Abtaster und Wandler. Außerdem wurde eine Untersuchung der

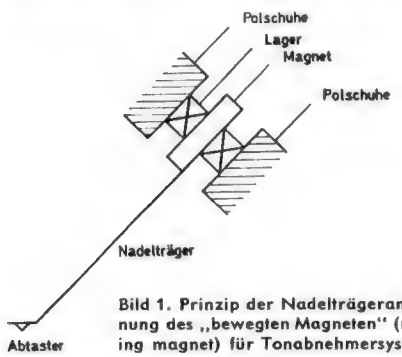


Bild 1. Prinzip der Nadelträgeranordnung des „bewegten Magneten" (moving magnet) für Tonabnehmersysteme

verschiedenen Wandlerprinzipien nach folgenden Gesichtspunkten vorgenommen: Einfachheit, Kosten, Wirtschaftlichkeit und Anpassung an die Gesamtkonzeption der Schallplattenabtastung. Nach Prüfung aller nur im entferntesten bestehenden Möglichkeiten kam man zu der Erkenntnis, daß das bereits benutzte Prinzip des „bewegten Magneten" (Bild 1) optimal ist und im einzelnen folgende Vorteile hat:

Es bringt keine zusätzliche Steifigkeit;

es ist keine Vorspannungsquelle nötig;

es ist kein großer Permanentmagnet erforderlich, der durch sein Streufeld möglicherweise eine zusätzliche Kraft infolge Anziehung durch Eisenteile (Plattenteller) entstehen läßt und dadurch die Auflagekraft erhöht;

die Nadelträgeranordnung kann leicht auswechselbar gestaltet werden;

der Ausgangspegel ist für übliche Verstärker geeignet;

der Wandler ist unempfindlich, weil keine bewegten Leiter vorhanden sind;

die Aufnahme von Brummspannungen läßt sich ohne Schwierigkeiten vermeiden;

der Wandler ist nicht temperaturempfindlich;

die durch den Magneten hinzugefügte bewegte Masse ist nur etwa 10 % der gesamten auf den Abtaster bezogenen Masse.

Auch völlig neuartige, bisher nur theoretisch bekannte Prinzipien wurden geprüft. Sie zeigten jedoch nicht diese Vielzahl von Vorteilen wie das Prinzip des bewegten Magneten (moving magnet).

2. Untersuchung mit Analogschaltung

Die detaillierte Untersuchung eines Abtasters mit bewegtem Magneten wurde mit Hilfe einer der mechanischen Anordnung analogen elektrischen Schaltung durchgeführt. Bild 2 zeigt diese Schaltung mit einer Zusammenstellung der entsprechenden Größen. Bei der Analoguntersuchung lassen sich die elektrischen Werte wesentlich bequemer verändern als die eigentlichen mechanischen und die Auswirkungen auf Frequenzgang und Abtastfähigkeit ermitteln. Es seien hier nicht die Einzel-

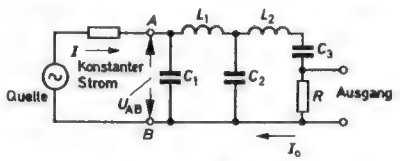


Bild 2. Vereinfachtes Analogschaltbild der Nadelträgeranordnung

heiten der Entwicklung und der Gebrauch von Analogschaltungen beschrieben, sondern es soll nur darauf hingewiesen werden, daß sie ein wesentliches Hilfsmittel bei der Entwicklung des neuen Tonabnehmersystems waren. Die Untersuchungen mit der Analogschaltung führen auf die Werte der verschiedenen Parameter, die erforderlich sind, um gute Abtastfähigkeit zu halten. So ist zum Beispiel die Spannung U_{AB} zwischen A und B analog der erforderlichen Auflagekraft, die den Abtaster in sicherem Kontakt mit den Rillenflanken hält. Es zeigt sich, daß nicht nur Beschränkungen hinsichtlich M_1 und M_2 (im Analogschaltbild L_1 und L_2), dem Trägheitsmoment des vorderen und hinteren Teils des Nadelträgers, bestehen, sondern darüber hinaus auch hinsichtlich der Steifigkeit der Verbindung zwischen Abtaster und Lager. Das erfordert große Umsicht in der Auswahl von Material und Konstruktion des Nadelträgers, um dieses System zu optimieren. Die Analoguntersuchung gab auch Aufschluß über die optimale Nachgiebigkeit und die Dämpfung des Lagers und das maximale Trägheitsmoment des bewegten Magneten.

3. Grundsätzliche Konstruktion des neuen Tonabnehmersystems

Nachdem die Untersuchungen an Hand der Analogschaltung die Informationen über die Größen der Trägheitsmomente, Steifigkeiten und die Dämpfungen des mechanischen Systems ergeben hatten, wurde als nächstes ermittelt, welche Werte technisch realisierbar sind. Man mußte ermitteln, welche Art Nadelträger mit genügend geringem Trägheitsmoment mit der benötigten Steifigkeit herstellbar sind und ob das für den Magneten maximal zulässige Trägheitsmoment ausreicht, bei gegebener Quellimpedanz einen für die heute üblichen Verstärkereingänge genügend hohen Pegel zu erhalten. Die Anforderungen an die Compliance des Nadelträgerlagers waren glücklicherweise nicht strenger als die von bereits in Serie gefertigten Typen von Qualitätstonabnehmersystemen.

Über die durch die Analoguntersuchung gewonnenen Werte hinaus müssen auch einige geometrische Bedingungen erfüllt werden, von denen eine der Mindestabstand der Systemunterseite von der Schallplatte (etwa 0,6 mm) ist. Eine zweite Forderung ist die Einhaltung des vertikalen Spurwinkels von 15°, um den vertikalen Spurfehlwinkel und die dadurch verursachten Verzerrungen möglichst kleinzuhalten. Diese beiden letzten Bedingungen ergeben eine Mindestlänge für den Nadelträger, die zu dem über die elektrische Analogie bestimmten maximalen Trägheitsmoment und der optimalen Steifigkeit passen muß. Eine gründliche Untersuchung aller verfügbaren Werkstoffe und Röhrenmaterialien zeigte, daß ein dem üblichen, im Bild 1 dargestellten Nadelträgerprinzip entsprechender Aufbau nicht möglich war.

Nach Versuchen mit einer großen Anzahl verschiedener Anordnungen wurde das im Bild 3 dargestellte Prinzip als geeignet gefunden. Bei dieser Konstruktion wird ein kleiner sogenannter dynamischer Steuerhebel benutzt, um das auf Grund der Analogiebetrachtung erhaltene Trägheitsmoment

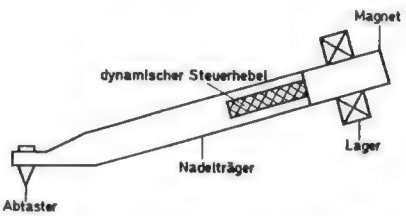


Bild 3. Prinzip der Nadelträgeranordnung des *Shure*-Tonabnehmersystems „V 15-II"

und die optimale Steifigkeit des Nadelträgers aufeinander abzustimmen, um so die dynamischen Eigenschaften optimal zu gestalten und gute Abtastfähigkeit zu erreichen. Durch viele Untersuchungen mußten sowohl Länge und Dicke des Nadelträgers als auch die Mindestgröße des Magneten, die die erforderliche Ausgangsspannung ergibt, bestimmt werden. Die Konstruktion von Trägheitsmomentproto-

---

Bearbeitete Übersetzung von J. H. Kogen: Trackability, Part II. Audio Magazine, Dezember 1966, S. 26–27

Dipl.-Phys. Wolfgang Hasselbach ist Mitarbeiter der *Braun AG*, Frankfurt a. M.

typen ergab, daß die geometrischen Bedingungen wie Abstand zur Schallplatte und vertikaler Spurwinkel von 15° eingehalten werden konnten.

Die Frage, welche Führungseigenschaften für den gewünschten Frequenzgang überhaupt erforderlich waren, mußte noch geklärt werden. Messungen ergaben, daß das neue Tonabnehmersystem eine Abtastfähigkeit nach Tab. I haben würde.

Um diese Unterschiede noch klarer erkennen zu können, wurde eine Spezial-Testschallplatte hergestellt, auf der Instrumente gespielt werden, die dafür bekannt sind, von manchen Tonabnehmersystemen nur schwer wiedergegeben zu werden[1]).

Mit Hilfe dieser Testschallplatte waren eindeutige Unterschiede zwischen den verschiedenen Tonabnehmersystemen erkennbar. Sie betreffen teilweise den tieffrequenten Bereich, besonders aber den höherfrequenten, wie beispielsweise bei Orchesterglocken und Harfe. Das neue Tonabnehmersystem übertraf alle Vergleichssysteme in höherfrequenter Abtastfähigkeit und war im tief- und mittelfrequenten Bereich gleich oder auch besser.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß die relativ umfangreichen Aufwendungen für das „V 15-II" als Repräsentant einer neuen Tonabnehmersystem-Generation besonders in elektroakustischer Hinsicht große Fortschritte gebracht haben. Neben den meßtechnisch erfaßbaren Verbesserungen ist letzten Endes der gehörmäßige Fortschritt, der mit diesem Abtastsystem erreicht wurde, noch höher zu bewerten.

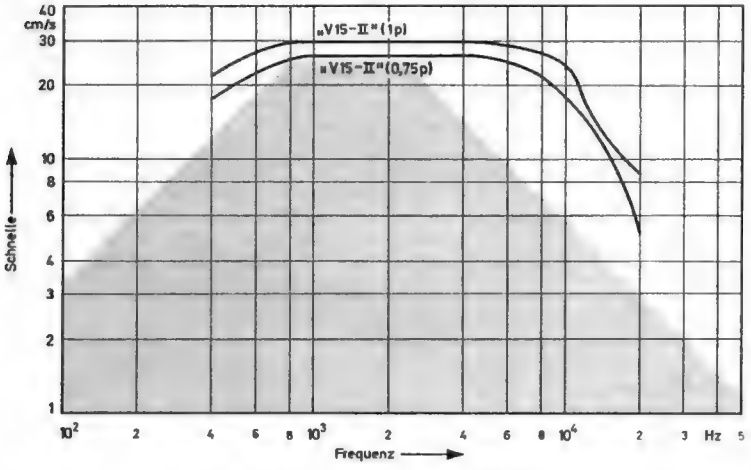


Bild 4. Aussteuerungsbereich (auf heute üblichen Schallplatten) und Abtastfähigkeit des „V 15-II"

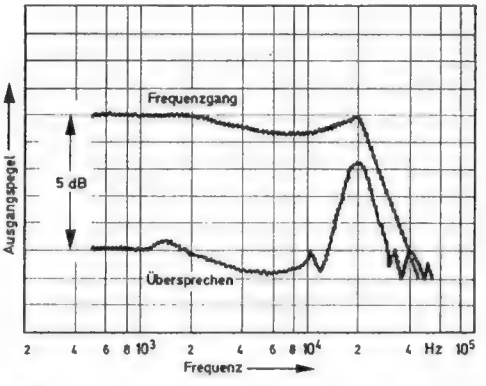


Bild 5 (oben). Frequenzgang und Übersprechen des „V 15-II"

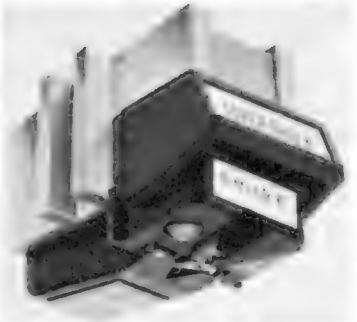


Bild 6. Das neue Tonabnehmersystem „V 15-II"; Schutzklappe ◀ hochgeklappt

Tab. I. Abtastfähigkeiten des untersuchten Abtastsystems

Art	Frequenzbereich Hz	bei Auflagekraft 0,75 p	1 p	
Amplituden-Abtastfähigkeit	20...800	> 0,005	> 0,005	cm
Schnelle-Abtastfähigkeit	800...2500	> 25	> 32	cm/s
Beschleunigungs-Abtastfähigkeit	8 000	> 1070	> 1300	g
	15 000	> 850	> 1130	g

g = Erdbeschleunigung 9,81 m/s²

Ein solches System müßte somit die in einer groß angelegten Untersuchung ermittelten, auf den heute üblichen Qualitätsschallplatten vorkommenden Aussteuerungen sicher abtasten, wie auch aus Bild 4 (nach *Shure*-Unterlagen) hervorgeht. Der Frequenzgang und das Übersprechen des neuen Tonabnehmersystems sind im Bild 5 dargestellt, wobei die Resonanz von auf den Abtaster bezogener Masse und Schallplattennachgiebigkeit bei etwa 21 kHz liegt. Es werden also von dem Tonabnehmersystem sowohl die Bedingungen für gute Abtastfähigkeit als auch die geometrischen Maße eingehalten.

4. Abhörtest

Dem eigentlichen Anwendungszweck – der Musikwiedergabe von Schallplatten – entsprechend müssen die Meßergebnisse durch Abhörtests bestätigt werden. Auch bei Beurteilung allein durch Abhören müssen Schallplatten gut wiedergegeben werden.

Die erste Serie der Abhörtests mit Prototyp-Tonabnehmersystemen wurde mit Schallplatten durchgeführt, die nach dem Ergebnis einer Kritiker-Umfrage als besonders schwierig abzuspielen gelten. Es wurde keine Platte gefunden, die nicht mit dem neuen Tonabnehmersystem einwandfrei abgespielt werden konnte. Bei A-B-Tests mit einem Prototyp-System und einigen im Handel befindlichen Qualitätstonabnehmersystemen war einerseits bei vielen Passagen kein Unterschied feststellbar, andererseits aber waren bei Passagen, die Becken, Kastagnetten oder Orchesterglocken enthielten, beträchtliche Unterschiede zu hören.

5. Tonabnehmersystem „V 15-II"

Die endgültige Ausführung des entwickelten Systems zeigt Bild 6; sie wurde „V 15-II" genannt. Dieses System hat alle elektroakustischen und mechanischen Eigenschaften des vorstehend beschriebenen Prototyps. Zusätzlich wurde zum Schutz von Abtaster und Nadelträger eine visierähnliche Klappe angebracht, die bei Nichtgebrauch des Abtasters leicht nach unten geklappt werden kann. Im Gegensatz zu bisher üblichen Ausführungen als getrenntes Zubehörteil kann diese Schutzeinrichtung nicht verlorengehen. Die schon erwähnte Resonanz bei 21 kHz ist optimal gedämpft und liegt mit Sicherheit außerhalb des für die Musik wichtigen Frequenzspektrums. Als Auflagekraft wird 0,75 ... 1,5 p empfohlen; in diesem Bereich lassen sich alle erhältlichen Schallplatten einwandfrei abspielen. Es wäre sicherlich einfacher gewesen, gute Abtastfähigkeit bei höheren Auflagekräften zu erhalten. Der höhere Entwicklungs- und auch Fertigungsaufwand für gute Abtastfähigkeit auch bei diesen sehr niedrigen Auflagekräften wurde aber ganz bewußt besonders im Hinblick auf geringste Schallplattenabnutzung getrieben.

[1]) S. a. Vergleich der Abtastfähigkeit von Hi-Fi-Tonabnehmersystemen. Funk-Techn. Bd. 22 (1967) Nr. 10, S. 361–362

Schrifttum

[1] Hasselbach, W.: Abtastfähigkeit von Tonabnehmersystemen · Einer der Kennwerte für die Qualität der Schallplattenabtastung. Funk-Techn. Bd. 22 (1967) Nr. 9, S. 295–296

INTERNATIONALE ELEKTRONISCHE RUNDSCHAU

bringt im Maiheft 1967 unter anderem folgende Beiträge:

140-MHz-Kettenverstärker mit Feldeffekttransistoren

Materialbearbeitung in der Mikroelektronik mit Hilfe von Laserstrahlen

Epoxidgießharze als Konstruktionswerkstoffe in der elektronischen Industrie

Bandfilterschaltung mit stetig regelbarer Bandbreite

Zum Stand der elektronischen Bauelemente auf der Leipziger Frühjahrsmesse 1967

Technologie und Entwurf von Luftverkehrskontrollsystemen

Elektronik in aller Welt · Angewandte Elektronik · Persönliches · Neue Erzeugnisse · Industriedruckschriften · Kurznachrichten

Format DIN A 4 · Monatlich ein Heft
Preis im Abonnement 12,30 DM vierteljährlich, Einzelheft 4,20 DM

Zu beziehen
durch jede Buchhandlung im In- und Ausland, durch die Post oder direkt vom Verlag

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH
Berlin-Borsigwalde, Postanschrift: 1 Berlin 52

Vergleich der Abtastfähigkeit von Hi-Fi-Tonabnehmersystemen

Mit dem neuen Abtastsystem „V 15-II" hat die amerikanische Firma *Shure* einen neuen Qualitätsbegriff für Tonabnehmersysteme eingeführt: die Abtastfähigkeit (Trackability). Über diesen Begriff ist bereits in der FUNK-TECHNIK berichtet worden [1]. Ein Aufsatz in diesem Heft [2] informiert über die Gedankengänge, die zur Entwicklung des neuen Systems geführt haben. Nachstehend sei über die in [2] erwähnte Testschallplatte und das Ergebnis vergleichender Hörtests berichtet.

Wie in [1] ausgeführt, sind die bisher für die Kennzeichnung von Abtastsystemen vorzugsweise benutzten Parameter wie Frequenzbereich, Compliance, Auflagekraft usw. allein nicht mehr ausreichend. Die Schallplattenindustrie geht in zunehmendem Maße dazu über, die Schallrillen weit über das bisher übliche Maß auszusteuern, um einen möglichst großen Signal-Rausch-Abstand zu erreichen. Damit tritt das Problem der sicheren Führung des Abtaststiftes in der Schallrille in den Vordergrund, denn verzerrungsfreie Abtastung der großen Auslenkungen ist nur möglich, wenn auch bei den auftretenden Spitzenschnellen der Abtaststift stets einwandfrei auf beiden Flanken der Schallrille geführt wird. Vielen Schallplattenfreunden ist bekannt, daß manche Schallplatten als schwierig abzutasten gelten. Bei üblichen Musikaufnahmen läßt sich aber keine eindeutige Aussage über die auftretenden Fehler machen, da die hörbar werdenden Verzerrungen schwer zu definieren sind und manchmal auch infolge des Verdeckungseffekts untergehen. Zur exakten Beurteilung der Abtastfähigkeit bedarf es deshalb einer für diesen Zweck geeigneten speziellen Testplatte.

Testplatte

Für die subjektive Beurteilung der Abtastfähigkeit von Tonabnehmersystemen hat *Shure* zugleich mit dem System „V 15-II" die Testplatte „An Audio Obstacle Course" herausgebracht[1]). Sie enthält Aufzeichnungen, deren vier Pegel (Pegel 1 bis Pegel 4) – ausgehend von 5 cm/s Schnelle als Normalpegel – um je 4 dB (58 %) gegenüber der vorhergehenden Aufzeichnung ansteigen, so daß die vierte Aufzeichnung um 400 % stärker ausgesteuert ist als die erste. Die vier Aufzeichnungen stammen von jeweils identischen und gleich ausgesteuerten Tonbändern und sind nur durch stärkere Aussteuerung des Schallplatten-Schneidkopfes entstanden. Die Einstellungen der Verstärkerzüge blieben unverändert; ebenso waren keine Begrenzer und Kompressoren eingeschaltet. Alle Tests enthalten nur Aufnahmen von einzelnen Instrumenten, um die exakte Beurteilung der Wiedergabequalität durch Vergleich mit der Normalpegel-Aufzeichnung zu ermöglichen. Die Aufnahmen auf Seite 1 der Testplatte enthalten in beiden Kanälen gleiche Aufzeichnungen, Seite 2 Aufnahmen nur im linken und nur im rechten Kanal. Einen Überblick über die einzelnen Tests gibt die folgende Zusammenstellung.

Seite 1

Band 1: Einführung

Band 2: Glockenspiel

Die Grundtöne des Glockenspiels (Klangcharakter ähnlich wie in Mozarts Zauberflöte) liegen noch im Bereich der Singstimme. Der Energieanteil ihrer hohen Obertöne ist aber sehr groß, so daß die Geschwindigkeit des Abtaststifts bei 10 000 Hz im allgemeinen 25 cm/s (!) bei der höchsten Aussteuerung (Pegel 4) übersteigt.

Band 3: Kleine Trommel (Rührtrommel) und Becken

Dem stärker werdenden Trommelwirbel folgt ein harter Beckenschlag.

Band 4: Antiskating-Test

Dieses Band mit glatter Oberfläche dient zur Kontrolle der richtigen Antiskating-Einstellung.

Band 5: Große Trommel

Test zur Prüfung der Abtastfähigkeit im untersten Frequenzbereich.

Band 6: Leerrillen

Diese Rillen ermöglichen die subjektive Überprüfung auf Brumm, Rumpeln und Plattenrauschen.

Seite 2

Band 1: Balance- und Phasentest

a) 1000-Hz-Aufzeichnung mit Normalpegel (5 cm/s); je einmal links und rechts.

b) 1000-Hz-Aufzeichnung mit Normalpegel; abwechselnd links und rechts zur Kontrolle der Balance.

c) Stimme des Sprechers abwechselnd mit richtiger und falscher Phasenlage; bei richtiger Polung der Wiedergabeanlage erklingt die Stimme des Sprechers beim ersten Mal deutlich lokalisierbar in der Mitte zwischen den Lautsprechern, beim zweiten Mal (falsche Phasenlage der Aufzeichnung) diffus im Raum verteilt.

Band 2: Elektrische Orgel (linker Kanal)

Test zur Prüfung der Abtastfähigkeit im unteren und mittleren Frequenzbereich. Die Töne dieser Orgel sind weitgehend frei von Einschwingvorgängen. Bei Abtastfehlern treten deutlich hörbare „Einschwingvorgänge" als Verzerrung auf.

Band 3: Klavier (linker Kanal)

Test zur Prüfung der Abtastfähigkeit im mittleren Frequenzbereich. Bei mangelhafter Abtastung Verzerrung der Einschwingvorgänge.

Band 4: Akkordeon (linker Kanal)

Test ähnlich wie Band 2, jedoch mit obertonreichen Klängen.

Band 5: Cembalo (linker Kanal)

Test zur Prüfung der Abtastfähigkeit im mittleren und oberen Frequenzbereich. Cembalo-Musik gilt als eine der am schwierigsten wiederzugebenden Musikarten. Abtastverzerrungen machen sich unter anderem in einer besonders deutlich wahrnehmbaren Verfälschung der Einschwingvorgänge bemerkbar.

Bänder 6 bis 9

Diese Bänder enthalten die gleichen Aufzeichnungen wie die Bänder 2 bis 5, jedoch im rechten Kanal.

Durchführung der Versuche

Um die Eigenschaften des neuen Systems voll zur Geltung kommen zu lassen und bei Auflagekräften von 1 p und weniger die einwandfreie Führung des Tonabnehmers zu gewährleisten, wurde bei einer Serie von orientierenden Versuchen als Tonarm der vom Hersteller empfohlene „SME"-Tonarm benutzt. Laufwerk war der Transcription-Motor „301" von *Garrard*. Die Wiedergabe erfolgte über den Hi-Fi-Stereo-Verstärker „SV 80 M" von *Grundig* (Ausgangsleistung 2 × 30 W Sinus-Dauerton, Leistungsbandbreite 10 ... 50 000 Hz bei 1 % Klirrfaktor) und zwei Hi-Fi-Lautsprecherboxen „40a" (*Grundig*) mit je 30 W Nennbelastbarkeit. Die Aussteuerung der Wiedergabeanlage lag auch bei Abtastung der größten aufgezeichneten Schnelle so weit unter der Nennleistung, daß mit Sicherheit keine hörbaren Verzerrungen durch Verstärker und Lautsprecher auftreten konnten.

Bei diesen Versuchen zeigte sich überzeugend die Leistungsfähigkeit des „V 15-II". In keinem Fall waren auch bei den am stärksten ausgesteuerten Bändern der Testplatte irgendwelche Verzerrungen oder Verfälschungen des Klangbildes festzustellen. Vergleiche mit mehreren anderen Abtastsystemen ließen deutlich die infolge mangelhafter Abtastfähigkeit entstehenden Verzerrungen hörbar werden; in mehreren Fällen sprang das Abtastsystem sogar aus den Schallrillen.

Um das Tonabnehmersystem „V 15-II" nicht nur in Verbindung mit einem so relativ aufwendigen Abspielgerät zu testen, wurde eine Reihe von vergleichenden Versuchen mit dem *Dual*-Plattenspieler „1019" durchgeführt. Dieses Gerät wurde gewählt, weil es sich auch in Deutschland bei den Hi-Fi-Freunden besonderer Beliebtheit erfreut. Gegenüber der für die orientierenden Versuche benutzen Laufwerk-Tonarm-Kombination hat es den großen Vorteil der einfacheren Bedienung. Bei diesen Tests wurden zum Vergleich zwei andere *Shure*-Tonabnehmer benutzt, und zwar die Modelle „M 44 MG" und „V 15"; letzteres gilt als eines der besten Systeme. Die Auflagekraft war bei allen Versuchen einheitlich 1 p. Unter Benutzung einer Leerplatte ohne Rillen wurde für diese Auflagekraft die Antiskatingkraft so eingestellt, daß an keiner Stelle des Abtastradius ein Auswandern des Tonarms auftrat. Im Test selbst wurde diese Einstellung noch einmal kontrolliert (Seite 1, Band 4 der Testplatte).

Die am Versuch beteiligten Personen hatten alle jahrelange berufliche Erfahrungen in der Beurteilung von Tonaufnahmen aller Art. Zur Beurteilung der auftretenden Verzerrungen wurde eine 5stufige Skala zugrunde gelegt: *1* unhörbar, *2* gerade feststellbar, *3* deutlich hörbar, *4* störend, *5* sehr stark störend. Die Wertung ergab weitgehende Übereinstimmung in der Beurteilung, so daß ein gutes Gesamtbild gewonnen werden konnte.

Versuchsergebnisse

Das System „V 15-II" schnitt eindeutig als bestes ab und war bei der höchsten Aussteuerung (Pegel 4) den anderen Abtastsystemen für alle Arten von Musik überlegen. Bemerkenswert war bei der Ab-

[1]) Diese Platte kann unter der Bestellnummer TTR-101 zum Preise von $ 4,95 (Auslandspreis) bezogen werden von *Shure Brothers Inc.*, 222 Hartrey Avenue, Evanston, Illinois, 60 204, USA.

tastung von Schallplatten mit schwierig wiederzugebender Musik die hervorragende Transparenz des Klangbildes.

Das System „V 15" zeigte beim Glockenspiel (Seite 1, Band 2) bei Pegel 3 eben feststellbare und bei Pegel 4 deutlich hörbare bis störende Verzerrungen. Beim Band 4 auf Seite 1 (Kleine Trommel und Becken) traten die Verzerrungen erst bei Pegel 4 störend in Erscheinung, während bei der Großen Trommel (Seite 1, Band 5) leichte Verzerrungen erst bei der stärksten Aussteuerung bemerkbar waren. Bei den Tests der Plattenseite 2 gab es keine nennenswerten Unterschiede zwischen den beiden Kanälen. Die Bänder 2, 3 und 4 beziehungsweise 6, 7 und 8 wurden bis zur maximalen Aussteuerung einwandfrei wiedergegeben, dagegen ließen sich beim Cembalo bei Pegel 3 und 4 Verzerrungen eben beziehungsweise deutlich feststellen.

Beim System „M 44 MG" ergaben sich für das Glockenspiel (Seite 1, Band 2) bereits bei Pegel 2 gerade eben hörbare Verzerrungen, die mit steigender Aussteuerung stark zunahmen und bei Pegel 4 das Maß des Zumutbaren überschritten. Ähnlich, wenn auch nicht ganz so stark, lagen die Verhältnisse bei der Kleinen Trommel und dem Becken (Seite 1, Band 3), während bei der Großen Trommel (Seite 1, Band 5) erst bei höchster Aussteuerung die Verzerrungen deutlich hörbar wurden. Bei den Bändern der Seite 2 traten bis auf Band 5 beziehungsweise Band 9 deutlich hörbare Verzerrungen erst bei Pegel 4 auf, beim Cembalo bereits beim Pegel 3.

Diskussion der Versuchsergebnisse

Mit dem Abtastsystem „V 15-II" hat *Shure* einen entscheidenden und grundlegenden Beitrag zur Verbesserung der Wiedergabequalität von Schallplatten geleistet. Die Abtastfähigkeit wird in Zukunft ein wichtiger Kennwert für hochwertige Tonabnehmersysteme sein. Deshalb wäre es zu begrüßen, wenn man sich in den nationalen und internationalen Gremien bald mit diesem Problem beschäftigen würde, um Definitionen und Meßvorschriften für die Abtastfähigkeit zu erarbeiten. Soweit man es heute zu übersehen vermag, scheint es vernünftig zu sein, für eine oder zwei Auflagekräfte und drei oder vier verschiedene Frequenzen noch festzulegender Signalform die bei einer bestimmten aufgezeichneten Schnelle zulässigen Verzerrungen festzulegen. Die Hauptschwierigkeit dürfte dabei sein, die Art der Verzerrungen eindeutig zu definieren und Methoden zu ihrer Messung zu entwickeln; die Schwierigkeiten, die sich für die Herstellung einer für quantitative Messungen geeigneten Schallaufzeichnung ergeben, seien nur am Rand erwähnt.

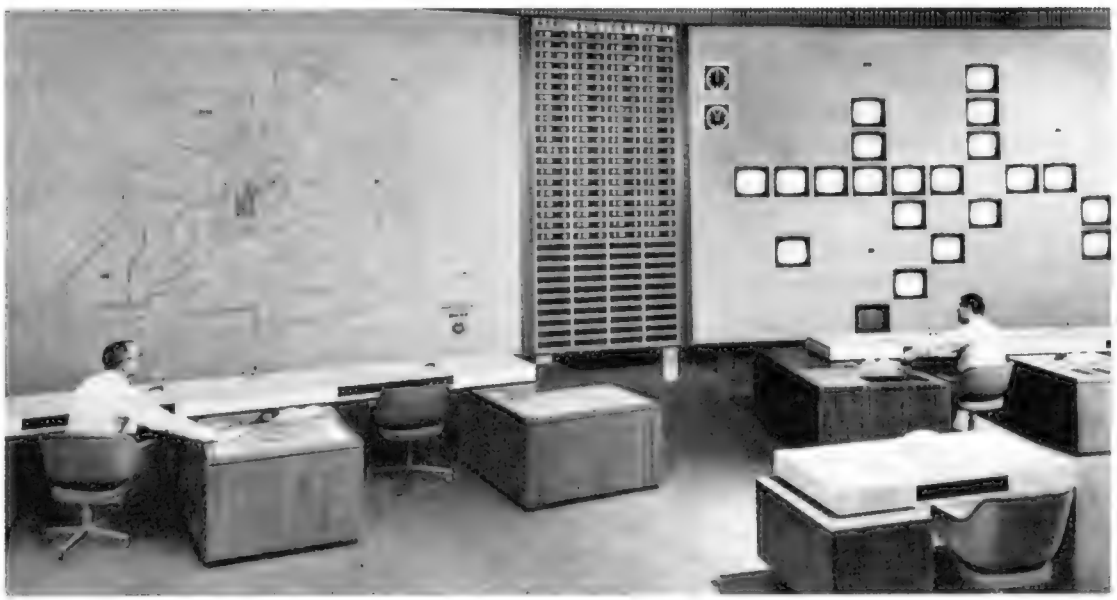
Bei aller Achtung vor dem erreichten technischen Erfolg sollte man sich aber auch vor einer Überbewertung hüten. Die eigenen Versuche haben die Überlegenheit des neuen Systems eindeutig gezeigt. Dabei sei aber nicht vergessen, daß es sich bei diesen Versuchen um extrem schwierige Abtastverhältnisse gehandelt hat. Die Mehrzahl der heute auf dem Markt befindlichen Hi-Fi-Schallplatten stellt so hohe Anforderungen noch nicht. Vergleiche mit verschiedenem Programm-Material haben das klar gezeigt. Es ist zwar zu erwarten, daß die Industrie in den kommenden Jahren Schallplatten mit höheren aufgezeichneten Schnellen herausbringen wird, wenn die Technik nicht inzwischen noch andere Wege findet, den Störabstand der Schallplatten nennenswert zu verbessern. Bis aber eine so gute Abtastfähigkeit, wie sie hier überzeugend demonstriert werden konnte, allgemeiner und zwingend notwendiger Stand der Technik sein wird, sind noch viele andere Probleme der Hi-Fi-Technik zu lösen. *Roth*

Schrifttum

[1] Hasselbach, W.: Abtastfähigkeit von Tonabnehmersystemen. Funk-Techn. Bd. 22 (1967) Nr. 9, S. 295–296

[2] Hasselbach, W.: Zur Entwicklung des Tonabnehmersystems „V 15-II". Funk-Techn. Bd. 22 (1967) Nr. 10, S. 359–360

Neue Verkehrsleit- und Kontrollzentrale in München eröffnet



Kommando- und Überwachungsraum. V.l.n.r.: Signalanlagen-Leuchtschaubild mit dem Münchner Signalanlagennetz, Signalanlagen-Gruppentableau zur Programm- und Störungsanzeige, Fernsehtableau (die Bildgeräte sind geografisch analog zu den Kamerastandorten im Stadtgebiet angeordnet); im Vordergrund Kommandopulte mit 6 Bedienplatten und 4 Bedienplätzen

Am 13. April 1967 wurden die neue Verkehrsleit- und Kontrollzentrale in Betrieb gesetzt. Die großangelegten, in ihrer Art erstmaligen Einrichtungen sind von der Firma *Signalbau-Huber* geplant, geliefert und errichtet worden. Sie sind in modernen Betriebsräumen mit etwa 400 m² Grundfläche im Polizeipräsidium an der Ettstraße installiert.

Mit den neuen Anlagen wird das Verkehrs- und Signalgeschehen in München ständig zentral überwacht. Bei Bedarf kann in den automatischen Signalablauf auch manuell eingegriffen werden. Ferner wird das Verkehrsbild vieler einzelner Kreuzungen in den Wechselbeziehungen zu anderen Kreuzungen andauernd erfaßt und die Signalsteuerung in größeren Bereichen darauf eingestellt.

Das Steuerungs- und Automationszentrum gliedert sich in die drei Hauptbereiche: Verkehrskommando- und Überwachungseinrichtungen, Verkehrsrechenzentrum, Steuerungseinrichtungen.

Die Verkehrsleit- und Kontrollzentrale und das Verkehrsrechenzentrum sind nicht einander übergeordnet, sondern bestehen weitgehend selbständig nebeneinander. Ein Vorteil dieser Konzeption ist, daß bei Wartungsarbeiten oder etwaigen Störungen in einer dieser Anlagen die andere die Zentralsteuerung fortsetzt. Sogar beim gleichzeitigen Ausfall beider Einrichtungen können in München die Kreuzungssteuergeräte über Stadtgebietsverteiler vielprogrammig und beliebig lange weiterlaufen.

Von gegenwärtig etwa 550 Kreuzungssignalanlagen sind rund 400 an die neue Zentrale angeschlossen, die im Endausbau mehr als 1200 Signalanlagen bedienen kann. 20 stationäre Fernsehkameras an den wichtigsten Verkehrsknotenpunkten und eine mobile Fernsehanlage versorgen die Zentrale mit „lebensechten" Informationen über das Verkehrsgeschehen; im Endausbau werden mehr als 30 Verkehrsfernsehanlagen vorhanden und an die Zentrale angeschlossen sein.

Die Signalanlagen an 90 Kreuzungen werden zur Zeit von dem Verkehrsprozeßrechner und einer wissenschaftlichen Rechenanlage verkehrsabhängig gesteuert; bis zum Sommer 1967 folgen weitere 80 Anlagen. 110 Verkehrsdetektoren, die im Straßennetz verteilt sind, geben an die Rechenanlagen ständig Informationen über das Verkehrsgeschehen (zum Beispiel über Verkehrsstauungen, Anzahl der Fahrzeuge in einer gewissen Zeit und einem bestimmten Straßenabschnitt, Fahrgeschwindigkeit, Unterscheidung zwischen Pkw und Lkw usw.).

In der Zentrale werden alle wichtigen Betriebszustände der Kreuzungssignalanlagen angezeigt, beispielsweise das „Grün" der Hauptrichtungen oder die Signalphasenumlaufdauer. Etwaige Störungen sind sofort erkenn- und lokalisierbar; Gegenmaßnahmen können unverzüglich eingeleitet werden. Die Fernseheinrichtungen dienen neben der Verkehrsbeobachtung dem taktischen Polizeieinsatz.

G. BORNTRÄGER

»FG 387« — ein echter Farbbalkengenerator

Bild 1. Die übersichtlich gegliederte Frontplatte des Farbbalkengenerators „FG 387"

Technische Daten

Videoteil

Farbsignal: 6 vertikale Farbbalken (Norm-Testbild auf 75% reduziert)

Farbträgeramplitude und Phasenlage:
Gelb: etwa ± 0,33; φ = 167°
Grün: etwa ± 0,44; φ = 241°
Rot: etwa ± 0,47; φ = 103°
Cyan: etwa ± 0,47; φ = 283°
Purpur: etwa ± 0,44; φ = 61°
Blau: etwa ± 0,33; φ = 347°

Helligkeitssignal:
8 Stufen: Weiß = 1; Gelb = 0,67; Cyan = 0,52; Grün = 0,44; Purpur = 0,31; Rot = 0,22; Blau = 0,08; Schwarz = 0

Gittermuster:
12 waagerechte, 15 senkrechte Linien

Farbträgerfrequenz:
4,43362 MHz
(Quarzgenauigkeit ± 10^{-5})

Zeilenfrequenz:
15625 Hz

Bildwechselfrequenz:
50 Hz; Farbträger-, Zeilen- und Bildkippfrequenz sind über Teilerstufen ganzzahlig verkoppelt

Farbsynchronimpuls (Burst):
geschalteter Burst

Burstphase:
180° ± 45°

Burstschwingungen:
12 ± 1 ≙ 2,7 µs

Burstamplitude:
25% HF ≙ S-Signal

Burstlage: Beginn 5,1 µs nach der Zeilenimpulsvorderflanke

Signal-Impuls-Verhältnis:
75/25%
regelbar: 75/5 ... 75/40%

Tonteil

Tonträgerfrequenz:
5,5 MHz (abschaltbar)

FM-Modulation:
1 kHz (abschaltbar)

HF-Teil

HF-Träger:
Bereich I + ZF (33...68 MHz)
Bereich III (174...225 MHz)
Bereich IV/V (470...853 MHz)

Ausgänge

BAS/FBAS: max. 1,3 V_{ss} an 75 Ohm

Polarität BAS:
positiv oder negativ, wählbar

Synchron-Ausgang:
15625 Hz

Ausgangsspannung:
4 V_{ss} an 1 kOhm

Impulsbreite:
4,7 µs

HF-Ausgang:
5 mV an 60 Ohm

Abschwächer:
60 dB, stetig regelbar

Allgemeine Daten

Netzanschluß:
110 V/220 V ± 10%, 50/60 Hz

Leistungsaufnahme:
18 VA

Abmessungen:
240 mm × 160 mm × 195 mm

Gewicht: etwa 4,5 kg

In wenigen Wochen steht der offizielle Start des Farbfernsehens bevor, und damit rückt für den Fernseh-Fachhandel und -Service der Zeitpunkt für die Aufstellung und Wartung von Farbfernsehgeräten in greifbare Nähe. Zur theoretischen Einführung in diese Technik und für den Service an Farbfernsehempfängern werden sowohl von Industriefirmen als auch Handelskammern, Innungsverbänden usw. schon seit längerer Zeit Schulungskurse abgehalten. Neben diesem theoretischen Rüstzeug sind aber für die Bewältigung der Serviceprobleme in der Farbfernsehtechnik geeignete Meßgeräte unumgänglich.

Das Meßgeräteprogramm von *Nordmende* ist daher zum Starttermin des Farbfernsehens um ein wichtiges Farbfernsehmeßgerät, den Farbgenerator „FG 387" erweitert worden. Dieses Gerät liefert alle für die Aufstellung und Reparatur von Farbfernsehempfängern wichtigen Prüfsignale. Es ist ausschließlich mit Transistoren bestückt und konnte daher sehr raumsparend und leicht als ein Gerät der „Compactserie" aufgebaut werden.

Der „FG 387" liefert als echter Farbbalkengenerator ein den Farbtestbildern der Sendeanstalten sehr ähnliches Prüfsignal. Das bedeutet, daß der Servicetechniker nach einheitlichen und zuverlässigen Meßverfahren vorgehen kann, da ihm von diesem Gerät ein hinsichtlich Farbsättigung und Leuchtdichte der Norm entsprechendes Signal geliefert wird. Neben einem echten Farbbalken-Testbild gehören zu den Besonderheiten dieses Gerätes die Prüfmöglichkeiten für die Farbreinheitskontrolle (die Grundfarben Grün, Rot und Blau sind einzeln jeweils über den ganzen Schirm einschaltbar) sowie ein Gittermuster mit quadratischer Linienstruktur für die Konvergenzeinstellung und eine Betriebsart „PAL aus" zum Abgleich der Laufzeitkette. Für die Tonkontrolle läßt sich der 5,5-MHz-Tonträger moduliert oder unmoduliert zuschalten. Die genannten Testbilder können wahlweise auf sämtliche Fernsehkanäle der Bereiche I, III, IV und V eingestellt werden.

Als Universalgerät ist der „FG 387" darüber hinaus auch für den Service an Schwarz-Weiß-Fernsehgeräten geeignet. Hierzu dienen insbesondere das Graustufentestbild und für die Einstellung der Geometrie das Gittertestbild. Untersuchungen am Amplitudensieb werden bei Farb- und Schwarz-Weiß-Geräten durch die variable Größe des Synchronimpulses (Signal-Impuls-Verhältnis) beim FBAS- beziehungsweise BAS-Signal ermöglicht. Die Fangautomatik in Fernsehempfängern kann durch die um bis zu 4% variable Bild- und Zeilenfrequenz ebenfalls kontrolliert werden.

Wie Bild 1 zeigt, ist der Betriebsarten- und der Bereichswahlschalter mit übersichtlich angeordneten (zum Teil farbigen) Drucktasten ausgerüstet. Die HF-Abstimmung des Trägergenerators erfolgt nach einer Grobskala kontinuierlich in sämtlichen HF-Bereichen einschließlich der Fernseh-ZF. Das FBAS-Signal und das modulierte HF-Ausgangssignal können mit einstellbarer Amplitude dem Gerät entnommen werden. Die Innenansicht des „FG 387" (Bild 2) zeigt den kompakten Aufbau. Im Vordergrund ist der besonders abgeschirmte Trägergeneratorbaustein zu erkennen. Rechts davon, in einer Rahmenhalterung, sind drei senkrecht an-

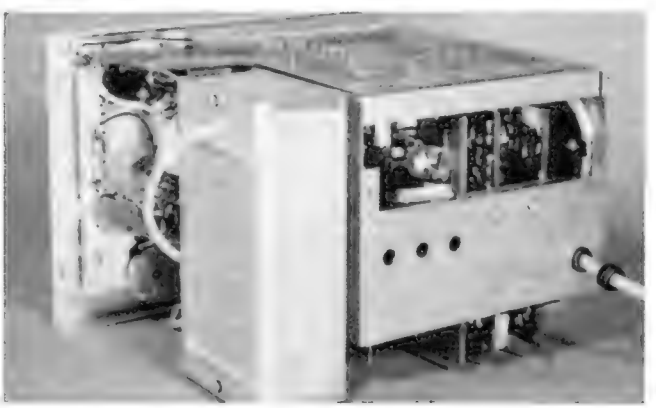


Bild 2. Rückansicht des aus dem Gehäuse gezogenen Chassis. Man erkennt die Platinenbauweise und (im Vordergrund) den besonders abgeschirmten HF-Teil ▶

Ing. Gerd Bornträger ist Leiter der Meßgeräteentwicklung der *Norddeutschen Mende Rundfunk KG*, Bremen.

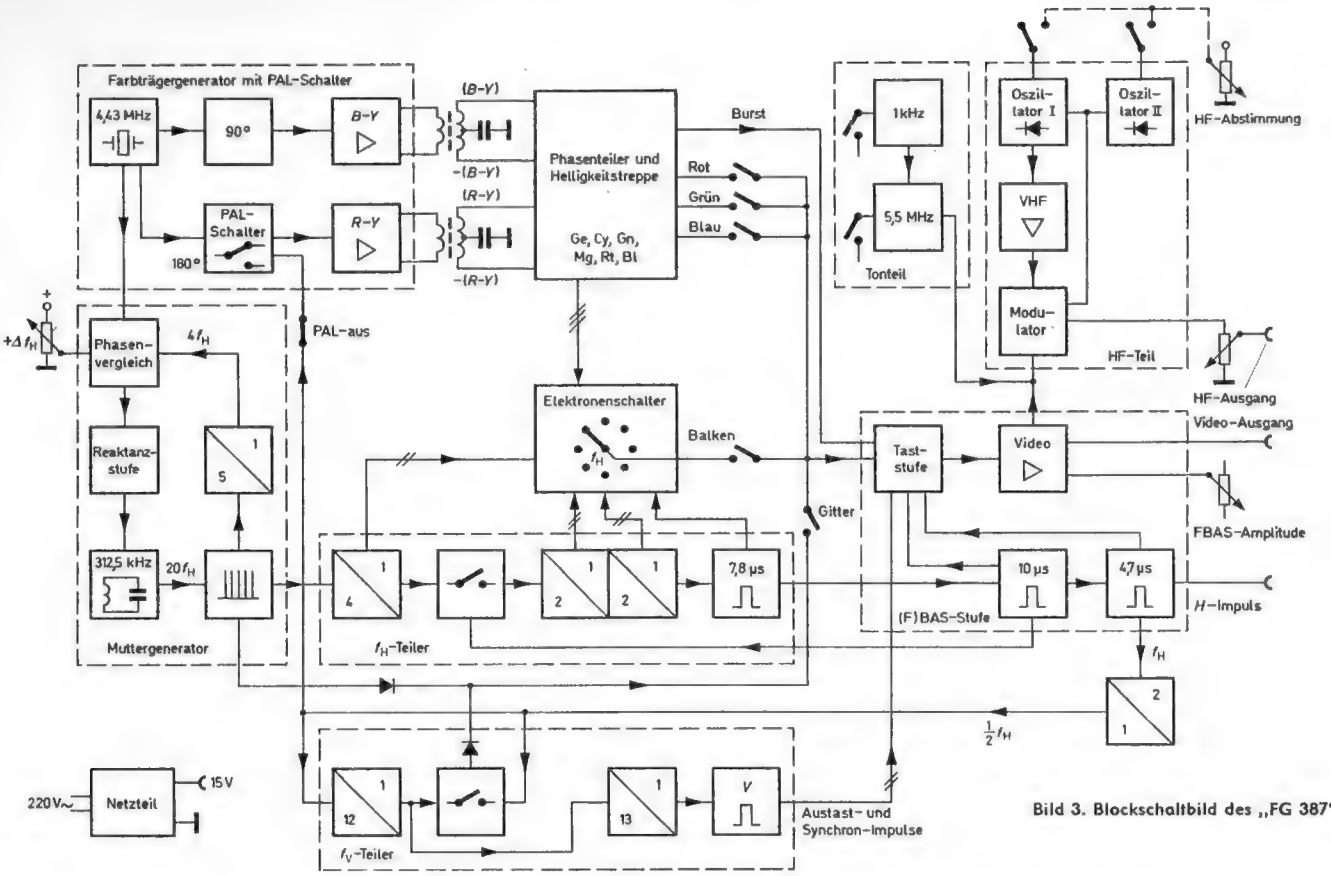


Bild 3. Blockschaltbild des „FG 387"

geordnete Platinen zu sehen, die in die Grundplatte eingesteckt werden. Diese Bauweise ermöglicht eine übersichtliche Anordnung und ist im Falle notwendiger Reparaturen sehr servicefreundlich.

Zur Beschreibung der elektrischen Wirkungsweise sei auf das Blockschaltbild (Bild 3) verwiesen. Danach läßt sich der „FG 387" grob in folgende Baugruppen unterteilen. Farbträgergenerator mit PAL-Schalter, $20 \cdot f_H$-Muttergenerator, f_H- und f_V-Teiler (f_H = Zeilenfrequenz, f_V = Bildfrequenz), Phasenteiler und Helligkeitstreppe, Elektronenschalter, FBAS-Stufe, HF-Teil mit Modulator sowie Tonteil und Netzteil. Im Gegensatz zu bisher üblichen Balkengeneratoren geht man bei diesem Gerät davon aus, die Farbträgerschwingung in einer relativ einfachen Phasenteilerschaltung direkt zu erzeugen und gleichzeitig mit dem zugehörigen Helligkeitssignal zu codieren. Über den aus dem f_H-Teiler gesteuerten Elektronenschalter werden danach die Farbsignale so aufeinander geschaltet, daß sich jeweils über die Zeilenlänge das Farbbalkensignal einschließlich Schwarz und Weiß in der richtigen Reihenfolge ergibt. Die Grautreppe entsteht durch Ausschalten des Farbträgeroszillators, wobei in dieser Schaltstellung eine geringe Korrektur der Helligkeitswerte gegenüber denen in Stellung „Farbbalken" vorgenommen wird, um im Schwarz-Weiß-Bild eine ungefähr lineare Helligkeitsstufung auf dem Bildschirm zu erhalten.

Für die vertikalen Linien des Gittertestbildes wird das Signal des Muttergenerators in Nadelimpulse von 20facher Zeilenfrequenz umgeformt. Für die horizontalen Linien wird jede 24. Zeile, vom f_V-Teiler gesteuert, hellgetastet, wodurch die quadratischen Felder aus schmalen horizontalen und vertikalen Gitterlinien entstehen, die man außer beim Konvergenzabgleich auch sehr gut zu Geometriebeurteilungen verwenden kann.

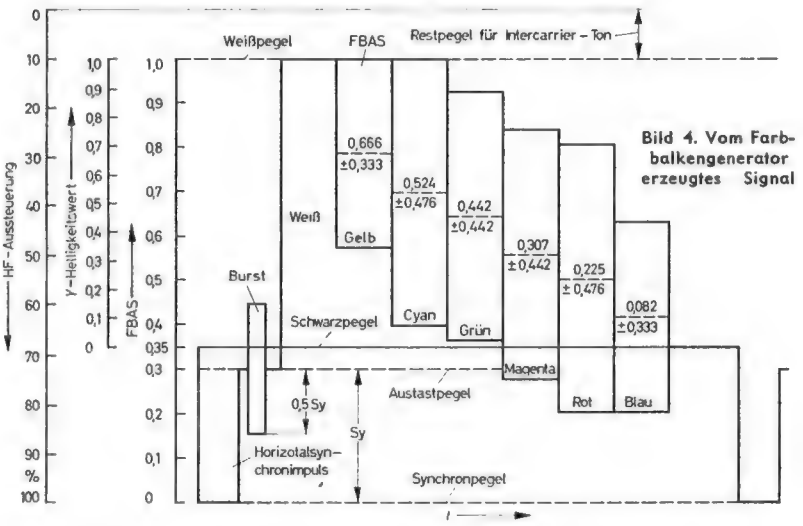


Bild 4. Vom Farbbalkengenerator erzeugtes Signal

In den Betriebsarten „Rot", „Grün", „Blau" wird das Farbsignal unter Umgehung des Elektronenschalters direkt zu der FBAS-Stufe geführt. Hier erfolgt die Summenbildung zwischen den Farb- beziehungsweise Gitter- oder Graustufensignalen sowie dem Austast- und Synchronsignal, das über eine Reihe von Teiler- und Torstufen aus dem $20 \cdot f_H$-Muttergenerator abgeleitet ist. Diese Muttergeneratorfrequenz ist zusätzlich mit der Farbträgerfrequenz über eine Phasenvergleichsschaltung ganzzahlig verkoppelt, um störende Übergangszonen an den Kanten der Farbbalken auszuschalten. Durch das Einfügen entsprechender Impulsformerstufen wurde ein exaktes, aber vereinfachtes Austast- und Synchronsignal (ohne Vor- und Nachtrabanten) mit normgerechtem Burst erreicht (Bild 4).

Der HF-Trägergenerator enthält zwei in Stripe-Line-Technik ausgeführte UHF-Oszillatoren hoher Stabilität. Jeder dieser Oszillatoren läßt sich mit einer Kapazitätsdiode abstimmen und erfaßt jeweils etwa die Hälfte des UHF-Bereichs. Zusätzlich wird durch additive Mischung beider Oszillatoren als unteres Seitenband der VHF-Bereich 33 ... 225 MHz gewonnen, so daß neben den Bereichen I und II auch ZF-Signale entnehmbar sind.

Der Modulator wird im VHF-Bereich mit dem vorverstärkten Mischprodukt und im UHF-Bereich direkt vom Oszillator I beziehungsweise Oszillator II angesteuert. Gleichzeitig kann die 5,5-MHz-Modulation (wahlweise mit 1 kHz modulierbar) dem HF-Modulator zugeführt werden. Das HF-Signal läßt sich mit kontinuierlich einstellbarer Amplitude am 60-Ohm-Ausgang entnehmen.

Der „FG 387" ist als handliches Servicegerät ebenso gut für den Betrieb in Labor und Werkstatt wie für den Einsatz im Außendienst beim Aufstellen und Überprüfen von Farbfernsehgeräten geeignet.

G. WIESSNER

„465" Hi-Fi-Verstärker mit UKW-Empfangsteil

Schluß von FUNK-TECHNIK Bd. 22 (1967) Nr. 9, S. 320

DK 621.396.64

2.3. Stereo-Decoder

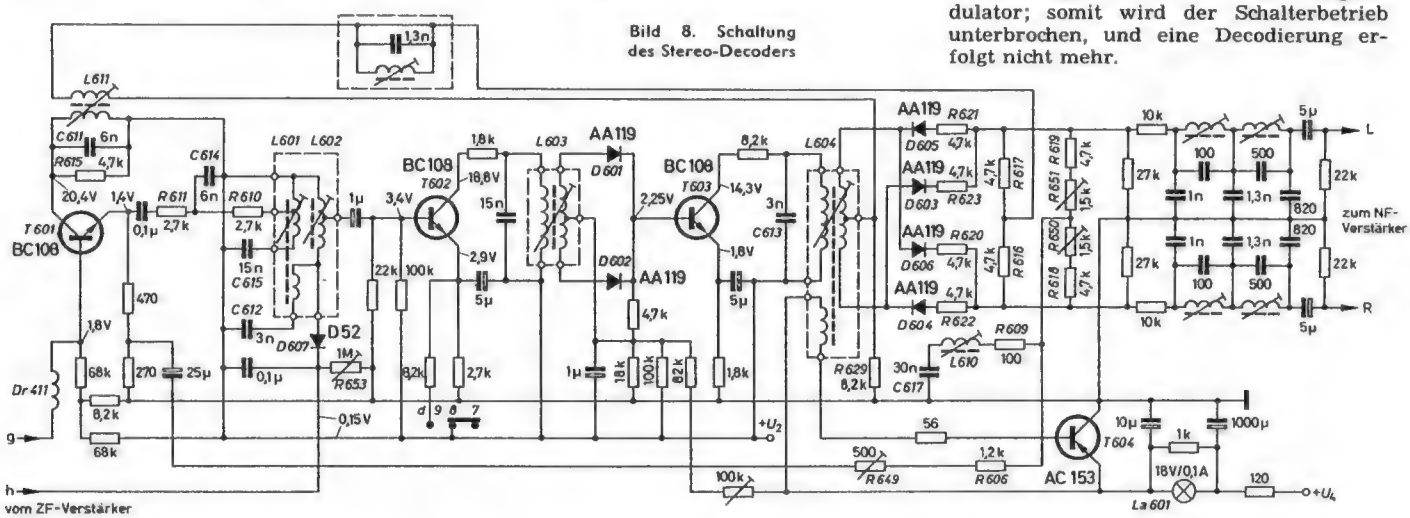
Das direkt vom Ratiodetektor (also ohne Deemphasis kommende Multiplexsignal mit dem Summensignal ($L + R$), dem 19-kHz-Pilotton und den beiden Seitenbändern des 38-kHz-Trägers, die das ($L - R$)-Signal enthalten, wird über *Dr 411* (Bild 8) an die Basis des Decoder-Eingangstransistors *T 601* geführt. *T 601* arbeitet für das Summensignal als Impedanzwandler. Über den Kreis *L 611, C 611* werden die Seitenbänder des 38-kHz-Trägers entnommen. Das *RCR*-Glied *R 611, C 614* und *R 610* korrigiert die Phasenlage der 19-kHz-Pilotfrequenz. Über das Bandfilter *L 601, C 615, L 602* und *C 612* wird der Pilotton dem Transistor *T 602* zugeführt. Die Selektion des Bandfilters läßt dabei keine Störung durch eventuell vorhandene Steuerfrequenzen bei UKW-Sendern zu. Anschließend erfolgt die Verdopplung der 19-kHz-Pilotfrequenz mittels der Dioden *D 601, D 602*. Dem dritten Transistor *(T 603)* des Decoders wird – auch bei kleinen Eingangsspannungen – so viel Spannung angeboten, daß er als Begrenzer arbeitet. Am Kreis *L 604, C 613* steht daher eine von der Eingangsspannung nahezu unabhängige Spannung mit der Frequenz 38 kHz. Die Sekundärseite dieses Kreises ist über eine Diagonale eines Ringmodulators *(D 603 ... D 606, R 620* bis *R 623)* geschaltet. An den Mittelabgriff der Sekundärseite und den Mittelpunkt der zweiten Ringmodulatordiagonale, aus den Widerständen *R 616* und *R 617* gebildet, werden die 38-kHz-Seitenbänder (mit dem Differenzsignal moduliert) angeschlossen. Über die Widerstände *R 618, R 650, R 651, R 619* wird an die gleiche Diagonale das Summensignal gelegt. *R 650* und *R 651* sind abgleichbar, um maximale Unterdrückung sowohl im linken als auch im rechten Kanal einstellen zu können.

Bild 9 zeigt die prinzipielle Gleichrichteranordnung zur Signalzusammenfügung. Der Ringmodulator wirkt dabei wie ein im Rhythmus der 38-kHz-Steuerfrequenz arbeitender Schalter. Die Rückbildung der ursprünglichen Signale „Links" und „Rechts" aus dem Summensignal ($L + R$) und dem Differenzsignal ($L - R$) wird durch Summen- und Differenzbildung erreicht:

$$(L + R) + (L - R) = 2\,L,$$
$$(L + R) - (L - R) = 2\,R.$$

Die Deemphasis wird im Summensignal mit *R 649* und *R 606* sowie *C 617* eingestellt; *L 610* und *R 609* übernehmen dabei eine Phasenkorrektur bei höheren Frequenzen. Im Differenzsignal wird die Deemphasis durch die Flankensteilheit des Einzelkreises *L 611, C 611* erreicht; der passende Wert ergibt sich hier durch Bedämpfung des Kreises mit *R 615*. Die NF-Auskopplung des linken und rechten Kanals erfolgt über zwei Tiefpässe, deren Polfrequenzen jeweils bei 19 kHz und 38 kHz liegen. Die Absenkung durch diese Pässe (s. Bild 13) ist sehr wichtig für Tonbandaufnahmen. Bild 10 zeigt die Gesamtübersprechdämpfung über HF gemessen.

Bild 8. Schaltung des Stereo-Decoders



Der Decoder hat eine Stereo-Anzeige. Ein Glühlämpchen *La 601* leuchtet auf, sobald eine Stereo-Sendung empfangen wird, denn nur in diesem Fall steht an *L 604, C 613* eine 38-kHz-Spannung mit ausreichender Amplitude zur Verfügung. Über eine Hilfswicklung auf der Spule *L 604* wird die Basis von *T 604* angesteuert. *T 604* arbeitet als C-Verstärker und Kollektorgleichrichter, in dessen Stromkreis das Glühlämpchen liegt. Um ein exaktes Umschalten von Stereo auf Mono und umgekehrt zu erreichen, hat der Verstärkertransistor *T 603* eine Gleichspannungsrückkopplung vom Emitter des *T 604* in die Basis des *T 603*.

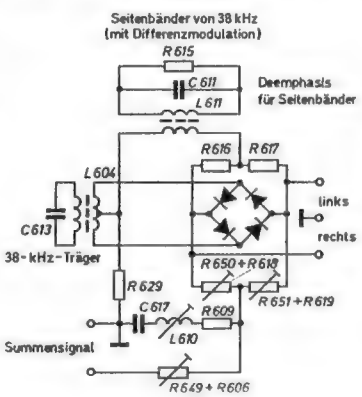
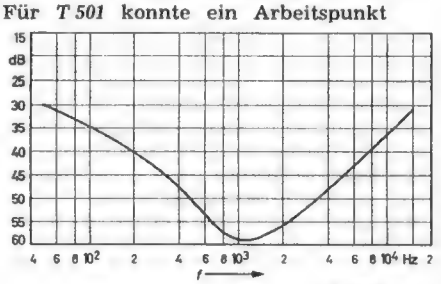


Bild 9. Vereinfachte Prinzipschaltung der Decodierung ◀

Bild 10. Übersprechdämpfung über HF gemessen ▶



2.4. NF-Teil

Die NF-Schaltung ist im linken und rechten Kanal in gleicher Weise aufgebaut. Es wird deshalb nur der linke Kanal (Bild 11) beschrieben. *T 501* und *T 503* sind in Stellung „UKW", „Radio", „Mikro" und „TA (magn.)" als Eingangsstufen geschaltet. Für „TA (magn.)" wird die notwendige Entzerrerkurve (Bild 12) durch frequenzabhängige Gegenkopplung mit *R 587, C 521* und *R 565, C 509* eingestellt. In den anderen Stellungen wird die Gegenkopplung auf linear umgeschaltet; dabei ist lediglich noch *R 513, R 565* wirksam. Die beiden Transistoren sind gleichstromgekoppelt. Deshalb wird die Basisvorspannung des *T 501* von der Emitterspannung des *T 503* entnommen. Die dabei wirksame Gleichstromgegenkopplung gleicht Stromänderungen durch Temperatureinflüsse voll aus. Für *T 501* konnte ein Arbeitspunkt

Bei unscharfer Abstimmung des Empfängers entstehen Seitenbandverzerrungen, deren 19-kHz-Anteil so groß sein kann, daß *La 601* aufleuchten würde. Um das zu vermeiden, wurde über den Kreis *L 602, C 612* die Diode *D 607* geschaltet. Sie ist über *R 653* in Flußrichtung vorgespannt und bedämpft deshalb den Kreis stark. Dadurch sinkt die Eingangsempfindlichkeit für 19 kHz so weit ab, daß an *L 604* und *C 613* keine Spannung mehr ansteht. Erst bei richtiger Abstimmung wird die Vorspannung durch die Richtspannung des Ratiodetektors, die über Leitung h zur Diode *D 607* gelangt, aufgehoben und die Diode in Sperrichtung geschaltet. Der 19-kHz-Kreis wird nun nicht mehr bedämpft, und der Decoder arbeitet normal. Bei der Umschaltung von Stereo auf Mono mit der Stereo-Mono-Taste wird lediglich der Transistor *T 602* gesperrt. Es gelangt keine 38-kHz-Amplitude mehr an den Ringmodulator; somit wird der Schalterbetrieb unterbrochen, und eine Decodierung erfolgt nicht mehr.

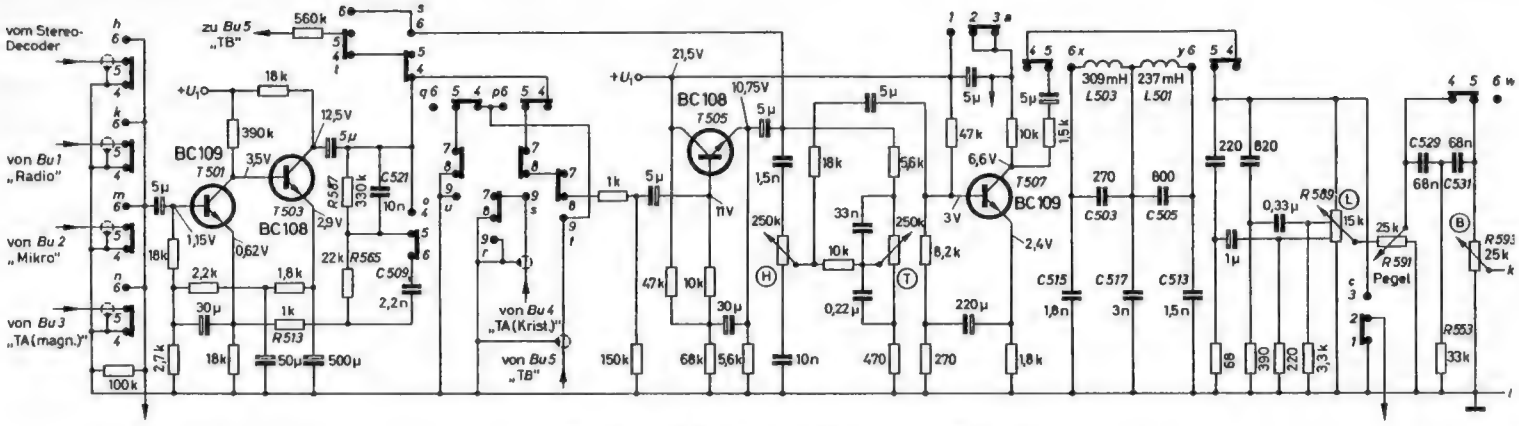


Bild 11 b (oben). Schaltung des NF-Verstärkers (linker Kanal)

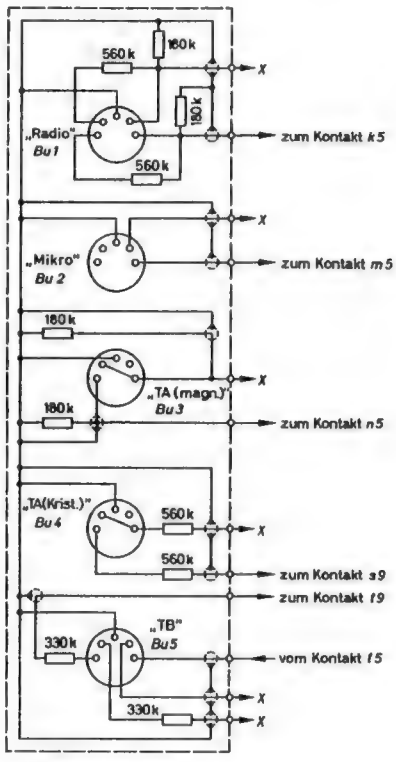
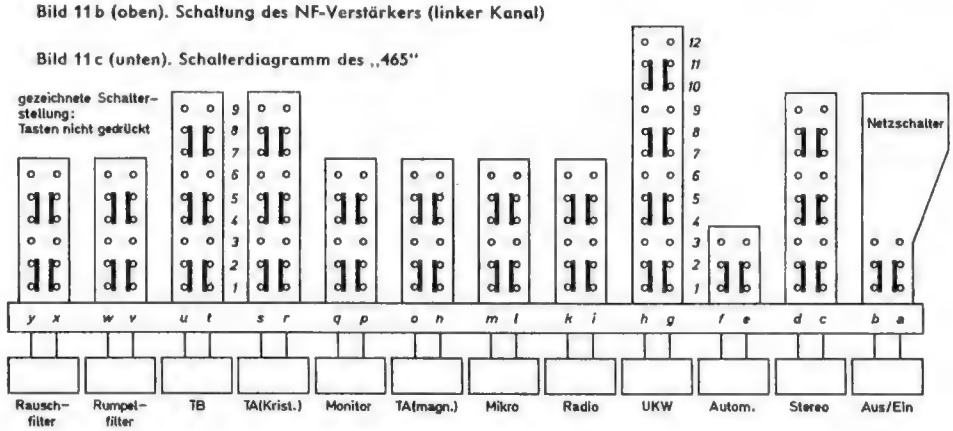


Bild 11 a. Schaltung der Eingangsbuchsen

Bild 11 c (unten). Schalterdiagramm des „465"



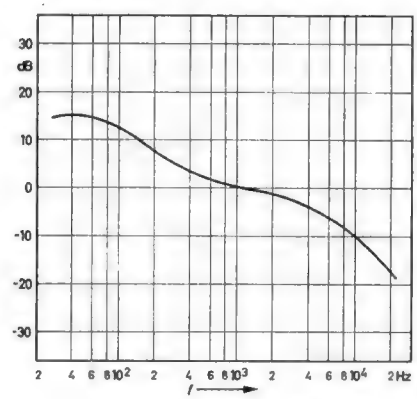


Bild 12. Entzerrerkurve für Stellung „TA (magn.)"

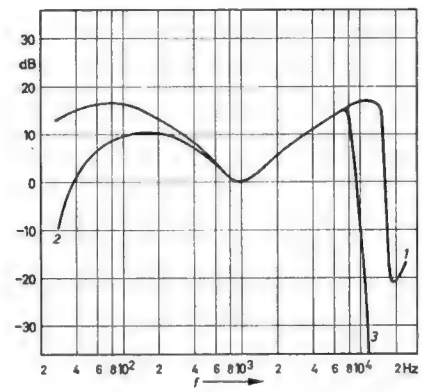


Bild 13. NF-Filterkurven; 1 Decoderfilter, 2 Rumpelfilter, 3 Rauschfilter

eingestellt werden, der optimale Auslegung in bezug auf Rauschen bietet.

Zwischen *T 505* und *T 507* sind die Klangregler geschaltet. *T 505* arbeitet als Impedanzwandler und paßt die Eingänge „TB" und „TA (Krist.)" an die Schaltung an. *T 507* gleicht den Verstärkungsverlust in den Klangreglern aus. Die Wirkungsweise der Klangregler zeigt Bild 14.

Für die Bereiche „UKW", „Radio", „Mikro", „TA (magn.)" läßt sich der Ausgang für die Tonbandaufnahme durch Betätigen der Taste „Monitor" von *T 503* abnehmen. Da der Eingang für TB-Wiedergabe über *T 507* erfolgt und in Stellung „Monitor" die Verbindung vom Kollektor *T 503* zur Basis *T 507* aufgehoben ist, kann mit einem Tonbandgerät, das getrennte Aufnahme- und Wiedergabeköpfe hat, die Aufnahme vom Band selbst abgehört werden (Hinterbandkontrolle).

Das einschaltbare Rauschfilter ist als Tiefpaß mit den Spulen *L 501, L 503* und den Kondensatoren *C 503, C 505, C 513, C 515* und *C 517* sehr wirksam (Absenkung > 40 dB).

Das Rumpelfilter, ebenfalls schaltbar, wird durch die Kondensatoren *C 529, C 531* und die Widerstände *R 553* und *R 593* gebildet. *R 593* ist gleichzeitig Balanceregler mit 100%igem Ausgleich. Die Filterkurven zeigt Bild 13.

Lautstärkeregler *R 589* und Pegelregler *R 591* sind in Serie geschaltet. Während der Lautstärkeregler physiologisch entzerrt ist, arbeitet der Pegelregler frequenzlinear. Damit ist eine optimale Raumanpassung möglich. Die Anordnung der Regler für Pegel, Lautstärke und Balance mitten im NF-Kanal ergibt zusammen mit der Verwendung rauscharmer Siliziumtransistoren in jeder Reglerstellung ein gutes Stör-Nutz-Verhältnis.

Im Endverstärker (Bild 15) ist der dynamische Eingangswiderstand des Transistors *T 701* (bedingt durch die starke Gegenkopplung im Emitterkreis dieser Stufe) etwa 2 MOhm. *T 703* paßt als Impedanzwandler an *T 705* an. Die Transistoren *T 707* und *T 709* sind komplementäre Typen, die (in Gegentakt-B-Betrieb in Serie geschaltet) als Verstärker und zur Phasenumkehrung dienen. Ebenfalls gleichstrommäßig in Serie geschaltet sind die damit angesteuerten Germanium-Drifttransistoren *T 711, T 713*. Die hohe Grenzfrequenz der Transistoren und die niedrigen Basiswiderstände *R 705, R 707* der Endtransistoren halten die Umschaltverluste auch bei höheren Frequenzen sehr klein. Die Bilder 16a bis 16d zeigen die Wiedergabe von

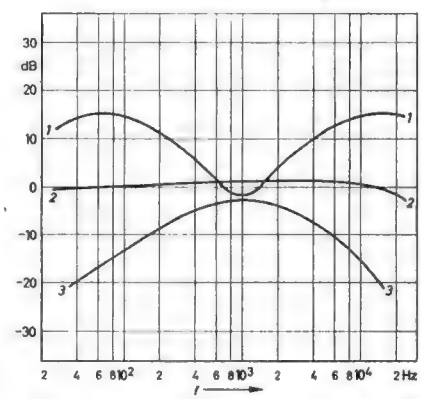


Bild 14. Klangreglerkurven; 1 volle Höhen und volle Bässe, 2 Höhen und Bässe in Mittelstellung, 3 Höhen und Bässe zurückgedreht

Rechteckfrequenzen, und im Bild 17 sind Klirrfaktorkurven wiedergegeben.

Die Dioden *D 701, D 703, D 705* (in Flußrichtung betrieben) dienen als Festspannungsquelle zur Ruhestromeinstellung der gleichstrommäßig gekoppelten Phasenumkehr- und Endstufe. Sie halten die Ruhestromeinstellung weitgehend unabhängig

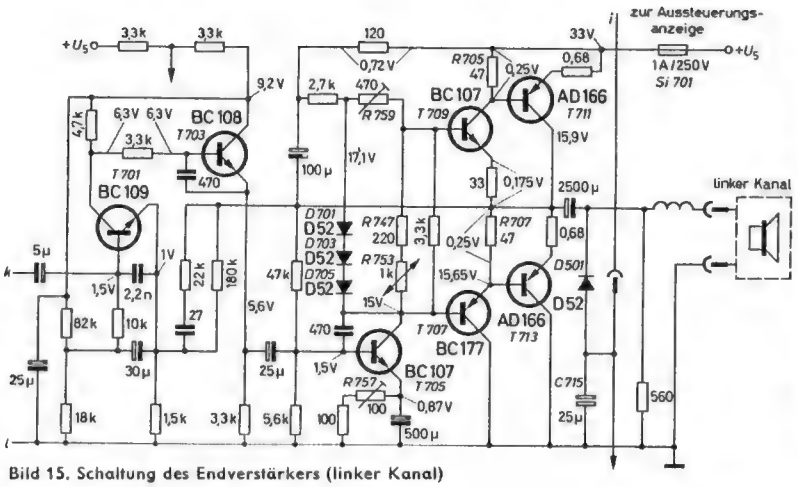


Bild 15. Schaltung des Endverstärkers (linker Kanal)

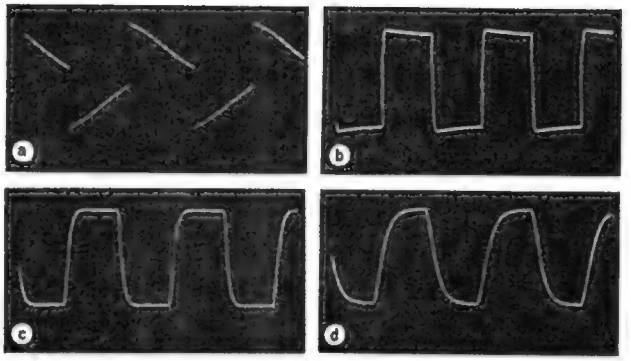


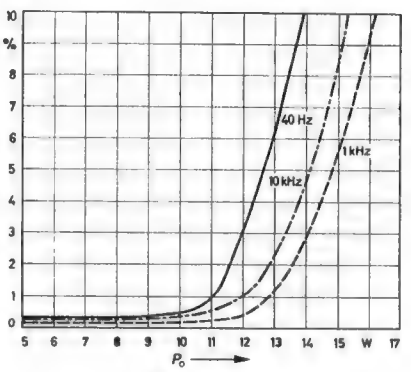
Bild 16. Wiedergabe von Rechteckfrequenzen 40 Hz (a), 1 kHz (b), 5 kHz (c) und 10 kHz (d); Wiedergabe in Stellung „TB"

Tab. I. Technische Daten des „465"

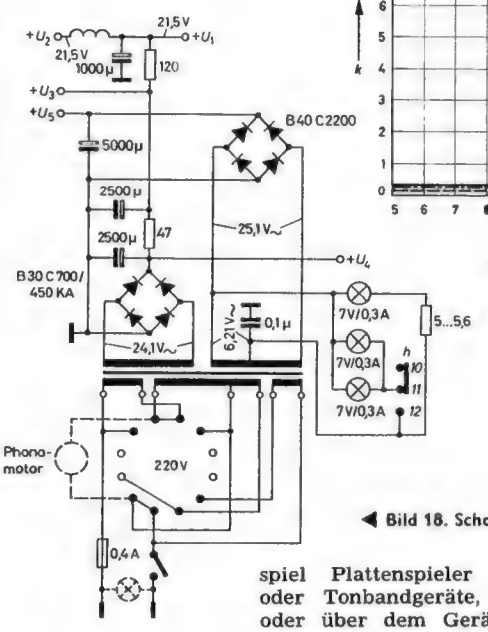
UKW-Empfangsteil	
Empfangsbereich:	87...108 MHz
Eingangswiderstand:	240 Ohm
Eingangsempfindlichkeit:	0,35 µV für 0 dB Störabstand (Mono) 1,4 µV für 26 dB Störabstand (Mono)
ZF-Unterdrückung:	100 dB
Bandbreite:	200 kHz
Kreise:	15 (3 abstimmbar)
Übersprechdämpfung:	40 dB bei 1 kHz
Nachstimmbreite:	± 300 kHz
Nachstimmfaktor:	8
Einsatzpunkt Stereo:	etwa 10 µV
Pilottonunterdrückung:	70 dB bei 19 kHz
Hilfsträgerunterdrückung:	60 dB bei 38 kHz
NF-Verstärker	
Außenwiderstand:	2 × 4 Ohm
Ausgangsleistung:	2 × 15 Watt Music-Power (2 × 10 Watt Sinus-Dauerton)
Klirrfaktor:	0,5 % bei 10 Watt je Kanal
Dämpfungsfaktor:	20 dB
Frequenzgang:	20 Hz...20 kHz
Brumm- und Geräuschabstand:	60 dB
Übersprechdämpfung:	60 dB bei 1 kHz
Rumpelfilter:	−20 dB bei 30 Hz
Rauschfilter:	−40 dB über 12 kHz
Baßregler:	+18 dB bei 80 Hz −14 dB bei 80 Hz
Diskantregler:	+18 dB bei 12 kHz −14 dB bei 12 kHz
Weitere Daten	
Netzanschluß:	110, 120, 130, 220, 230, 240 V; 50, 60 Hz
Leistungsaufnahme:	17 Watt, Leerlauf 60 Watt, Vollaussteuerung
Abmessungen:	460 mm breit, 146 mm hoch, 340 mm tief
Gewicht:	etwa 9 kg

Tab. II. Anschlußwerte des „465"

Eingänge	Eingangswiderstand kOhm	Eingangsspannung für 10 W bei 1 kHz mV	max. Eingangsspannung bei 1 kHz mV
TA (magn.)	60	3,5	70
TA (Krist.)	700	500	10 000
TB	470	300	6 000
Radio (Diodeneingang)	60	4,5	90
Radio (UKW-Tuner)	620	44	880
Mikrofon	100	4,5	90
TB-Ausgang	570 kOhm Quellwiderstand; 0,1...2 mV/kOhm Ausgangsspannung bei 1 kHz (für Abschlußwiderstände bis 50 kOhm)		



▲ Bild 17. Klirrfaktor in Abhängigkeit von der Ausgangsleistung (beide Kanäle ausgesteuert, ein Kanal des Verstärkers gemessen)



◀ Bild 18. Schaltung des Netzteils

von Netzspannungsschwankungen. Die Einstellung erfolgt mit *R 759*. Die Temperaturkompensation dieser Schaltung wird mit Hilfe der Widerstände *R 747* und *R 753* festgelegt. Der NTC-Widerstand *R 753* hat guten Wärmekontakt zu den Endtransistoren.

Mit dem Widerstand *R 757* kann der Arbeitspunkt von *T 705* geändert werden. Damit verschiebt sich die Kollektorspannung (Mittelpunktspannung der Endstufe). Der Regler wird auf maximale Aussteuerungsfähigkeit eingestellt.

Die Sicherung *Si 701* schützt die Endtransistoren bei Kurzschluß der Lautsprecherzuleitung; sie ist an der Rückseite des Gerätes leicht zugänglich.

2.5. Aussteuerungsanzeige

Bei allen Schaltereinstellungen außer der Stellung „UKW" ist das Drehspulinstrument *M* (s. Bild 6 im Heft 9/1967, S. 320) als Aussteuerungsanzeige geschaltet. Die Dioden *D 501* (Bild 15) sowie *D 502* (im rechten Kanal) und der Kondensator *C 715* sind als einfacher Spitzenspannungsgleichrichter geschaltet. Die Zeitkonstante der Meßeinrichtung ist mit den im Bild 6 eingetragenen Widerstands- und Kapazitätswerten etwa 1,25 Sekunden. Angezeigt wird jeweils die größte Spannung, und zwar unabhängig davon, ob sie im linken oder rechten Kanal ansteht.

2.6. Netzteil

Zwei getrennte Gleichrichter und Siebketten (Bild 18) verhindern eine Rückwirkung des Aussteuerstromes der Gegentakt-B-Endstufen auf die Vorstufen. Der Netztrafo ist in streuarmer *Philbert*-Ausführung aufgebaut. Dadurch wird induktive Einstreuung auf andere Geräte, zum Beispiel Plattenspieler mit Magnetsystem oder Tonbandgeräte, seien diese neben oder über dem Gerät „465" angeordnet, vermieden.

3. Technische Daten

Die technischen Daten des „465" sind in Tab. I und Tab. II zusammengefaßt.

4. Zusatzgeräte

Zur Ergänzung des Gerätes werden von *Metz* Hi-Fi-Lautsprecherboxen „450" geliefert. Ein weiterer Baustein des Systems ist der Studio-Plattenwechsler „466" mit dem *Dual*-Chassis „1019" und einem *Shure*-System. Beide Geräte erfüllen die Hi-Fi-Bestimmungen nach DIN 45 500.

Farbfernsehen auf dem Pariser Bauelemente-Salon

X^e Salon International des Composants Électroniques

Dem diesjährigen Bauelemente-Salon in Paris kam insofern besondere Bedeutung zu, als es der letzte vor dem europäischen Farbfernsehstart war. Zwar konnten die Hersteller in den vergangenen Jahren schon mehrmals mit Entwicklungen von Spezialteilen für Farbempfänger aufwarten, jedoch handelte es sich dabei meistens um Einzelanfertigungen, die nur in sehr kleinen Stückzahlen lieferbar waren.

Das war in diesem Jahr nicht mehr der Fall, denn in wenigen Monaten sollen die ersten Serien von Farbempfängern die Werke verlassen. Wenn auch aus den verschiedensten Gründen diese Serien noch nicht allzugroß sein werden, so muß doch ein gewisser Grundbedarf an Bauelementen gedeckt werden können. Dazu sind auch alle Hersteller von Bauelementen in der Lage, vielleicht mit Ausnahme der Bildröhrenhersteller, die aber alle recht optimistisch sind.

Hier ist, entsprechend den verschiedenen Farbverfahren, zwischen Bauteilen zu unterscheiden, die für eine bestimmte Norm hergestellt werden, und solchen, die für alle Geräte zu verwenden sind. Der aufwendigste Teil eines Farbempfängers ist ohne Zweifel die Bildröhre mit ihren komplizierten Zusatzeinrichtungen, während praktisch nur die Decoderplatinen systembedingt sind.

HF- und ZF-Teile scheinen kaum besonders entwickelt werden zu müssen, es sei denn, daß es sich hierbei um abweichende Schwarz-Weiß-Normen handelt. Dazu ist zu bemerken, daß verschiedene ausländische Aussteller die Mühe nicht gescheut haben, speziell für die französischen Normen UHF-Tuner und Kanalwähler zu entwickeln, woraus man schließen kann, daß die französischen Hersteller der Nachfrage auf dem Inlandsmarkt nur unvollkommen nachkommen können. Zum Beispiel konnte man bei *Hopt*, *AEG-Telefunken*, *Plessey* und anderen entsprechende Tuner sehen, die auch allgemein in Industriegeräten in Frankreich verwendet werden.

Auch die ZF-Teile braucht man für Farbempfänger kaum zu ändern. Wichtig ist nur eine gute Gruppenlaufzeit der Verstärker. Diese ist aber bei allen Fernsehempfängern und vor allem bei französischen Geräten wegen der großen Bandbreite erforderlich. Daher sah man bei Tunern und Kanalwählern zwar moderne Entwicklungstendenzen wie Diodenabstimmung für UHF und VHF und Bereichsumschaltung mittels Schaltdioden, jedoch keine Spezialentwicklungen für Farbe.

Auf die gezeigten Decoderbausteine soll hier nicht eingegangen werden, da sie im allgemeinen herkömmliche Schaltungen aufweisen und bei den französischen Herstellern noch mit Röhren bestückt sind.

Der allgemeine Trend zum Transistor in Farbempfängern wird zwar nicht aufzuhalten sein, jedoch ist man in maßgeblichen Kreisen der Industrie hier noch der Meinung, daß man schon mit der Farbe allein sehr große Schwierigkeiten beim Service haben wird und diese nicht noch durch Transistorisierung vergrößern sollte. Man wird also erst nach und nach zu Transistoren übergehen. Ob aber alle Hersteller diese Meinung vertreten, wird sich erst beim Farbfernsehstart mit Bestimmtheit sagen lassen.

Allen Farbsystemen gemeinsam ist die Bildröhre, und daher stehen bei allen Herstellern jetzt die entsprechenden Ablenkmittel in verschiedenen Ausführungen zur Verfügung. Ausgehend von den Erfahrungen in den USA, haben es die europäischen Hersteller aber erheblich leichter, denn sie brauchen nicht eine unübersehbare Vielzahl von verschiedenen Schaltungen zu berücksichtigen, aus denen sich erst im Laufe der Jahre einige wenige Standardschaltungen entwickeln.

Lediglich bei der Zeilen-Endstufe und der Hochspannungserzeugung gibt es Anhänger zweier verschiedener Richtungen. Die einen schwören auf die getrennte Hochspannungserzeugung mit besonderem Transformator. Dafür spricht, daß, obwohl die Schaltung wegen des zweiten Transformators aufwendiger scheint, der Service erleichtert wird und besondere Probleme, wie die Stabilisierung der Hochspannung, wesentlich einfacher gelöst werden können. Trotzdem scheinen aber die meisten Einzelteilehersteller die Schaltung mit nur einem Transformator vorzuziehen. Welche Methode sich durchsetzen wird, läßt sich heute noch nicht voraussagen.

In Frankreich ist das an sich schon recht komplizierte Problem der Konvergenzschaltungen noch besonders erschwert durch das Nebeneinander zweier verschiedener Normen. Das erfordert besondere Maßnahmen bei der Umschaltung der Zeilenablenkung und beim Zeilentransformator, da bei Änderung der Zeilenzahl auch Hochspannung, Boosterspannung usw. beeinflußt werden müssen. Außerdem muß auch die Konvergenz getrennt für beide Normen eingestellt werden können. Alle diese Probleme scheinen aber doch ihre oft recht einfachen Lösungen gefunden zu haben.

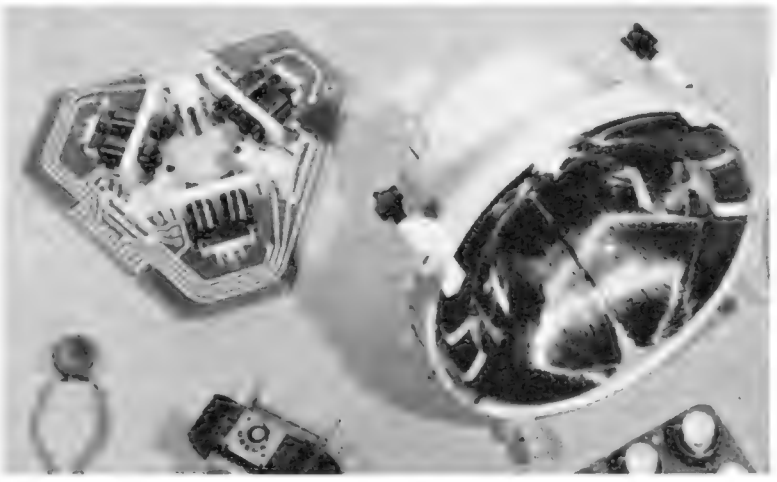
Spezialröhren für Farbempfänger gibt es seit geraumer Zeit, und hier war auch nichts Neues auf der Ausstellung zu sehen. Manche Hersteller von Lochmaskenröhren haben sich insofern etwas Neues einfallen lassen, als sie solche Röhren mit mattierter Schirmfläche herstellen. Man muß sich eigentlich fragen, warum derartige Ausführungen nicht schon längst auch bei Schwarz-Weiß-Bildröhren herausgekommen sind, denn die Reflexionen des Außenlichtes werden dadurch weitgehend herabgesetzt.

Im folgenden soll kurz auf die bei verschiedenen Herstellern gezeigten Bauelemente eingegangen werden, wobei allerdings kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben wird.

Videon zeigte Bauelemente sowohl für Empfänger mit einem Zeilen-Hochspannungstransformator und Betriebsspannungen von 350 V als auch für Geräte mit zwei Transformatoren ohne Ballaströhre und ohne Netztransformator für Speisespannungen von 250 V. Zur Korrektur der Kissenverzerrungen dienen zwei Transduktoren, mit denen unabhängig voneinander die horizontale und vertikale Korrektur erfolgen kann.

Eine Secam-Decoderplatine rundet das Angebot dieser Firma ab. Die Decoderplatine ist verhältnismäßig einfach aufgebaut und enthält auch die entsprechenden Leuchtdichtesignalstufen.

Orega stellte ebenfalls ein komplettes Angebot mit einigen interessanten Lösungen vor. Die Ablenkeinheit für Farbbildröhren hat eine Befestigung mit Verriegelung durch eine Vierteldrehung und stützt sich am Glaskolben der Bildröhre ab. Nach der Befestigung können die Spulen nach allen Richtungen verstellt werden.



Zubehör von *Oregon* für Farbbildröhren; links Konvergenzeinheit, rechts Ablenkeinheit

Durch die Einstellung der vier am Röhrenkolben anliegenden Stützen läßt sich die Ablenkeinheit so verschieben, daß ihre Achse mit der der Bildröhre zusammenfällt.

Die Konvergenzeinheit, die eine Vorrichtung zur automatischen Zentrierung auf dem Röhrenhals aufweist, hat sich *Orega* patentieren lassen. Zur Einstellung der dynamischen Konvergenz wendet man hier das Prinzip der Magnetfeldmatrizen an, wodurch eine bedeutende Vereinfachung und eine Herabsetzung der Anzahl der Einstellorgane erreicht wird. Für die Ein-Transformator-Schaltung zeigte *Orega* einen Transformator für 819 und 625 Zeilen, der sowohl mit Ballaströhre betrieben

werden kann als auch in einer vereinfachten Schaltung ohne Ballaströhre mit einfacher Hochspannungsregelung und proportionaler Änderung der verschiedenen Spannungen.

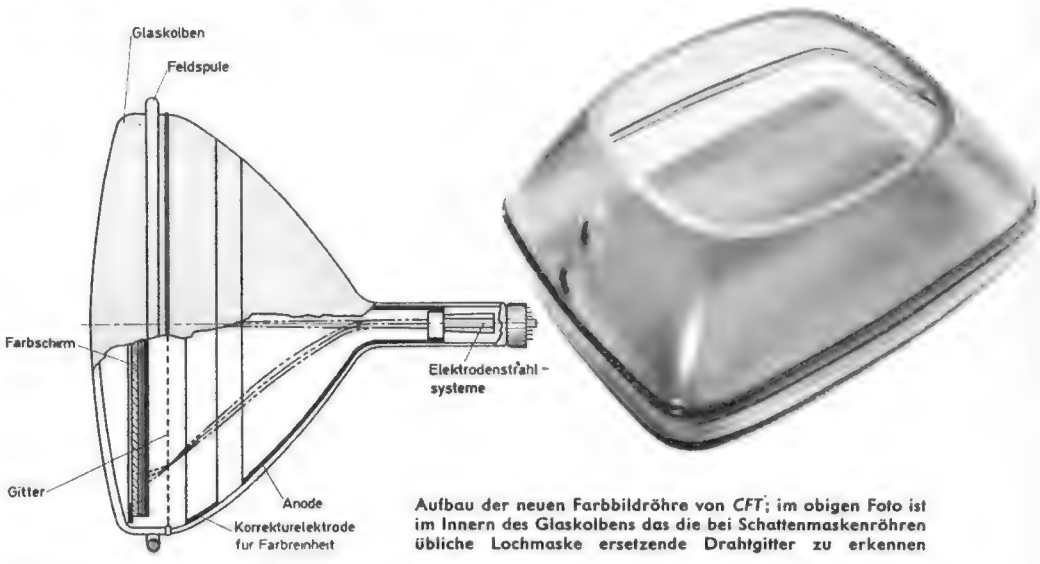
Coprim-RTC brachte zwei mit Röhren bestückte Platinen heraus: eine Leuchtdichtesignaleinheit und eine Decoderplatine für das Farbsignal. Die Verzögerungsleitung von *Coprim* besteht (im Gegensatz zu den Stahlausführungen der *Compagnie Française de Télévision)* aus Glas. Daneben gibt es natürlich auch alle Spezialteile zur Ablenkung (Schaltung mit nur einem Transformator) und Konvergenzeinstellung. *Siemens* zeigte eine Kurzzeitverzögerungsleitung (0,8 µs) für den Videoverstärker von Farbempfängern. Sie besteht aus einer Spezialwicklung, die auf einem zylindrischen Körper aufgebracht ist.

Eine französische Eigentümlichkeit, die allen deutschen Besuchern auffällt, ist die starke Verbreitung von Netzspannungskonstanthaltern. Bei ihrer Verwendung für Farbempfänger muß berücksichtigt werden, daß diese Geräte meistens ein nicht unerhebliches Magnet-Streufeld haben, das natürlich sehr stört. Die Firma *Electronic Industry* zeigte neue Konstanthalter mit Ringkerntransformatoren, bei denen kein störendes äußeres Magnetfeld auftritt. Gleichzeitig konnte das Gewicht stark herabgesetzt werden.

Die Sensation und Thema der meisten Gespräche auf dem Bauelemente-Salon, eine neue Farbbildröhre, die die französische Firma *CFT*, die auch das Secam-System entwickelte, herausbringt, war selbst auf der Ausstellung nicht vertreten. Anstoß zur Entwicklung dieser Röhre gaben neben der Kompliziertheit der Shadow-mask-Röhre vor allem einige ihr anhaftende Nachteile wie die geringe Helligkeitsausbeute und die hohe Verlustleistung, da die Lochmaske ja einen erheblichen Teil der Strahlenergie aufzehrt. Um eine höhere Lichtleistung zu erhalten, muß ein weitaus größerer Anteil der Elektronen den Bildschirm treffen. Um diesen Nachteil auszugleichen, hat die *CFT* die Lochmaske durch ein Drahtgitter ersetzt, das bei dem Prototyp mit 50 cm Schirmdiagonale aus 550 vertikal gespannten dünnen Drähten besteht. Dadurch gelang es, eine Durchsichtigkeit zu erreichen, die bei 80 bis 90 % liegt gegenüber einer Durchsichtigkeit der Lochmaske von nur rund 15 bis 20 %.

Der Glaskolben der neuen Röhre ist eine normale Schwarz-Weiß-Ausführung. Auf dem absolut ebenen Bildschirm sind die Leuchtphosphore in vertikalen Streifen von 0,27 mm Breite aufgetragen. Drei aufeinanderfolgende Streifen haben die Grundfarben Grün, Blau und Rot. Die Schirmfläche ist von insgesamt 480 Farbtripel-Streifen von 0,81 mm Breite bedeckt. Auf der Leuchtstoffschicht liegt ein dünner Aluminiumfilm, auf dem eine poröse Graphitschicht aufgebracht ist. Dadurch soll die Sekundäremission vermindert werden. Hinter dieser Anordnung befindet sich das eigentliche Gitter aus Drähten von 0,1 mm Durchmesser, die einen gegenseitigen Abstand von 0,75 mm haben. Im Röhrenhals sind wie bei der Lochmaskenröhre drei Elektronensysteme angeordnet. Wegen des ebenen Bildschirms benötigt man auch nur ein ebenes Gitter, das sich verhältnismäßig einfach herstellen läßt und nicht mehr speziell (wie bei der Lochmaske) an einen bestimmten Bildschirm angepaßt sein muß. Die Aufbringung der Farbstreifen ist ebenfalls leichter als die der Farbpunkte. Fabrikationstechnisch darf man also mit einer erheblichen Vereinfachung rechnen, die sich bei der Großserienfertigung auch im Preis niederschlagen dürfte.

Das Drahtgitter liegt an einer Spannung, die niedriger ist als die des Schirms. Dadurch entsteht ein elektronisches Linsensystem, das dem Elektronenstrahl beim Auftreffen auf dem Schirm eine elliptische Form gibt, wobei die große Achse der Ellipse parallel zu den Farbstreifen verläuft. Die Breite des Strahls ist dadurch geringer als die Breite eines Farbstreifens. Außerdem wirkt das Gitterpotential noch zusätzlich beschleunigend auf die Elektronen, wodurch eine besonders hohe Brillanz erreicht wird. Die Elektrodensysteme sind wie bei der Lochmaskenröhre so angeordnet, daß die drei Strahlen zwischen zwei Drähten hindurch jeweils auf das zugehörige Farbband fallen. In bezug auf die statische und dynamische Konvergenz behält diese Bildröhre also alle Nachteile der Lochmaskenröhre. Die Hochspannung weicht mit 25 000 V auch nicht von den bei der Lochmaskenröhre üblichen Werten ab. Das Gitter erhält eine Spannung von 7100 V.



Aufbau der neuen Farbbildröhre von *CFT*; im obigen Foto ist im Innern des Glaskolbens das die bei Schattenmaskenröhren übliche Lochmaske ersetzende Drahtgitter zu erkennen

Die benötigte Steuerspannung ist bei der neuen Röhre etwa 25mal niedriger, um die gleiche Helligkeit zu erreichen wie mit einem Lochmaskentyp. Da die erforderlichen Speise- und Steuerleistungen ebenfalls wesentlich niedriger sind und die Nachbeschleunigung durch das Gitter auch eine Verringerung der Ablenkleistungen erlaubt, läßt sich diese Röhre für voll transistorisierte Farbempfänger verwenden. An einem Versuchsgerät, das nur mit Transistoren bestückt war, wurden folgende Leistungen gemessen:

Ablenkleistung (625 Zeilen):	11 W,
Bildablenkung:	4 W,
Hochspannung bei 500 µA Strahlstrom:	25 W,
Leistungsaufnahme aus dem Netz bei mittlerer Bildhelligkeit:	88 VA.

Hiermit ist ein erster Schritt zur Verbesserung einiger Eigenschaften der Lochmaskenröhre getan. Die Zukunft muß zeigen, ob diese Anordnung auch für andere Schirmgrößen zu verwenden ist und wie sich diese Bildröhre im praktischen Gebrauch bewährt. Mit der Serienproduktion soll in etwa 18 Monaten begonnen werden. *W. Schaff*

Streiflichter vom Pariser Elektroakustik-Salon

III^e Salon International de l'Électroacoustique

Vom 5. bis 10. April 1967 fand in Paris (gleichzeitig mit der Internationalen Bauelementeausstellung) der diesjährige Internationale Elektroakustik-Salon statt. Aus bescheidenen Anfängen hat sich diese Spezialausstellung im Laufe der Jahre zwar noch nicht zu einer gigantischen Schau entwickelt, man kann aber sagen, daß viele Hersteller, die erst zögernd dieser Austellung gegenüberstanden, nun wohl doch von ihrer Bedeutung überzeugt wurden, eine Tatsache, die sich an der wachsenden Beteiligung leicht feststellen läßt.

Wie der Name bereits andeutet, handelt es sich hier keineswegs nur um eine Ausstellung von Hi-Fi-Geräten, sondern ganz allgemein um die Ela-Technik, so daß der Besucher auch auf bestimmten Spezialgebieten auf seine Kosten kommt. Natürlich können die ausgestellten Geräte und Anlagen nicht immer als neu angesehen werden, jedoch fiel dem Berichterstatter hier und da Interessantes auf, was im folgenden näher beschrieben werden soll.

Tonabnehmer und Tonarme

Bei den heute üblichen Tonabnehmern ist bereits ein so hoher Qualitätsstandard erreicht, daß man kaum überrascht war von dem fast völligen Fehlen neuer Systeme. Das einzige als neu zu bezeichnende Tonabnehmersystem ist das von *Shure* gezeigte Nachfolgemodell des „V-15", das

„V-15 II". Dieses neue Magnetsystem behielt nicht nur die hervorragenden Abtasteigenschaften des Vorgängertyps, sondern es hat darüber hinaus noch eine Verbesserung erfahren, die vom Hersteller mit „Trackability"[1]) bezeichnet wird. Man kann darunter die Fähigkeit zum Abtasten von Schallrillen verstehen, denen die Nadel auch unter schwierigsten Verhältnissen folgen muß. Um das auch bei geringsten Auflagekräften zu erreichen, hat *Shure* die Entwicklung mit Hilfe von Analogrechnern durchgeführt, die die vielfältigen Probleme der Schallplattenabtastung lösen halfen.

Das Ergebnis ist das „V-15 II"[2]), das bei einer Auflagekraft von 0,75 p (empfohlene Auflagekraft: 0,75 ... 1,5 p) auch sehr hoch ausgesteuerte Plattenstellen noch korrekt wiedergibt. Bei einem Frequenzumfang von 20 Hz bis über 20 kHz gibt das System 3,5 mV je Kanal bei 1 kHz ab. Die Übersprechdämpfung ist $>$ 17 dB im Bereich 500 ... 10 000 Hz ($>$ 25 dB bei 1000 Hz).

Sehr interessant ist auch das geringe Eigengewicht von nur 6,8 g, was schon darauf hinweist, daß der Hersteller die Masse des Nadelträgers erheblich reduzierte. Das System hat eine Diamantnadel mit elliptischem Schliff. Die Übereinstimmung beider Kanäle ist in keinem Fall schlechter als 2 dB.

Es ist selbstverständlich, daß solche hochwertigen Tonabnehmer nur dann zufriedenstellend arbeiten, wenn sie in erstklassige Tonarme eingesetzt werden. Erstes Gebot ist hier, die mechanischen Reibungskräfte auf Werte zu verringern, die technisch gerade noch möglich sind. So ist es nicht zu verwundern, wenn man allenthalben auf Neukonstruktionen stößt. Eine recht interessante Lösung hat sich hierbei die englische Firma *Audio & Design Ltd.* einfallen lassen. Der Tonarm

Tonarm von *Audio & Design* mit Quecksilberkontakten

ist nur auf einem Stift gelagert, der in ein Miniaturkugellager eingreift. Eine weitere Verringerung unerwünschter Kräfte wird durch eine zweite Maßnahme erreicht. An Stelle von Anschlußdrähten hat dieser Tonarm nur 4 Kontaktstifte, die in vier kleine, mit Quecksilber gefüllte Kontaktnäpfe eintauchen. Der Anschluß erfolgt also über das Quecksilber, wobei der Kontaktwiderstand mit 0,2 Ohm vernachlässigbar klein ist. Als Nachteil einer solchen Konstruktion können nur eine gewisse Empfindlichkeit sowie die Unmöglichkeit des Einsatzes in mobilen Geräten angeführt werden. Dies dürfte aber wohl in den wenigsten Fällen verlangt werden. Durch diese konstruktiven Maßnahmen gelang es, die horizontalen Reibungskräfte, von der Nadelspitze aus gesehen, auf $^1/_{1000}$ dyn herabzusetzen. Der 22,5 cm lange Leichtmetall-Tonarm (Resonanzfrequenz 8 Hz mit einem Abtastsystem von 10 g) hat eine stetig regelbare Einstellung der Auflagekraft, Gegengewicht, Antiskatingeinrichtung, Tonarmlift usw. Die Antiskatingeinrichtung ist ebenfalls sehr interessant. Auch hier sind keine Reibung erzeugenden mechanischen Verbindungen vorhanden; die Kompensation wird durch zwei sich gegenseitig abstoßende Permanentmagnete erreicht.

Ein weiterer Qualitätstonarm wurde unter der Bezeichnung „PUA-286" von *Sony* gezeigt. Auch hier handelt es sich um eines jener Qualitätsprodukte, die von den Händlern gern mit allen erdenklichen Superlativen bedacht werden, um die naturgemäß hohen Preise zu rechtfertigen, obwohl es einem Hi-Fi-Liebhaber gegen-

Studiotonarm „PUA-286" von *Sony*

über eigentlich keiner solchen Rechtfertigung bedarf. Infolge seiner Länge von 28,5 cm und einer geeigneten Abwinkelung ist der tangentiale Spurfehlwinkel dieses Tonarms mit weniger als 1° 18′ sehr gering, so daß sich gute Abtasteigenschaften ergeben. Auch diese Konstruktion ist mit allen Feinheiten der modernen Technik wie Gegengewicht, stetig regelbare Auflagekraft, Antiskating, Lift usw. ausgerüstet. Als Lagerung wird ein Kardangelenk verwendet. Die Antiskatingeinrichtung arbeitet mit einem Fühlhebel. Diese Vorrichtung ermöglicht eine Skatingkorrektur auch während des Spiels.

Plattenabspielgeräte

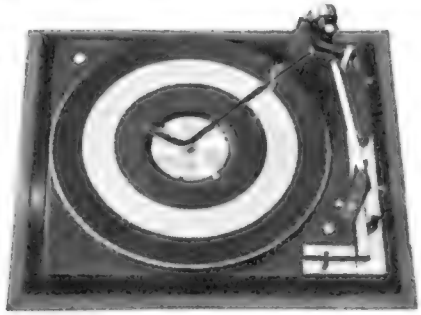
Ausgehend von dem beschriebenen *Sony*-Tonarm sei hier noch auf den mit diesem Arm bestückten Plattenspieler „PS-3000" von *Sony* eingegangen. Dieses Modell für zwei Drehzahlen (33 und 45 U/min) zeichnet sich durch einen servogesteuerten rumpelfreien Motor aus, der den 1,5 kg schweren Plattenteller antreibt. Die Tonhöhenschwankungen liegen bei 0,05 %. Das Gerät wird mit einem Gleichstrommotor angetrieben, der aus einem Frequenzdiskriminator mit nachfolgendem Gleichstromverstärker gespeist wird. Ein Generator mit fester Frequenz und anschließender Begrenzung versorgt den Diskriminator. Drehzahlfeinregulierung und Geschwindigkeitsumschaltung erfolgen mit dem Diskriminator.

Dual zeigt mit dem neuen Hi-Fi-Plattenspieler „1015" die konsequente Fortführung seiner Konstruktionstendenz, die mit dem „1009" vor einigen Jahren begann und dem Hi-Fi-Liebhaber hochwertige Abspielgeräte zu einem durch Großserienproduktion erreichten günstigen Preis zur Verfügung stellte. Der „1015" ist eine etwas leichtere Ausgabe des Spitzenmodells „1019", die aber den gleichen Bedienungskomfort wie stetig regelbare Auflagekraft, Antiskatingeinrichtung, Tonarmlift, usw. aufweist. Das Gerät wird entweder ohne System oder aber mit *Pickering*- oder *Shure*-System geliefert.

Hi-Fi-Abspielgerät „1015" (*Dual*)

Bei allen Herstellern legt man heute Wert darauf, hochwertige Plattenspieler mit lageunabhängiger Auflagekrafteinstellung anzubieten. Hierbei dient das Gegengewicht nur zur Tonarmbalance, während die Auflagekrafteinstellung mit einer Feder erfolgt. Vorgeführt werden solche Geräte dann in fast vertikaler Lage, um zu zeigen, daß die Nadel absolut sicher geführt wird.

Mit den Geräten „UA 70" und „UA 65" stellte *BSR* in dieser Klasse zwei Wechsler mit formschönem Äußeren und sehr guten Abtasteigenschaften vor, die ebenfalls mit Antiskatingeinrichtung ausgerüstet sind. Der Unterschied zwischen beiden Modellen liegt praktisch nur in der Einstellung für die Auflagekraft; beim „UA 70" ist der dazu bestimmte Knopf in Pond geeicht, beim „UA 65" nicht. Da beide Geräte sehr preis-



Hi-Fi-Plattenwechsler „UA 70" von *BSR*

günstig sind, ist es möglich, einen sehr breiten Interessentenkreis damit anzusprechen.

Tonbandgeräte

Mit dem Tonbandchassis „TD 20" brachte *BSR* ein neues Gerät mit drei Bandgeschwindigkeiten heraus, das sowohl mit Halbspur- als auch mit Viertelspurtonköpfen lieferbar ist. Die Drucktasten zur Steuerung der einzelnen Funktionen sind sehr leichtgängig; ein leichter Fingerdruck genügt bereits zur Einrastung.

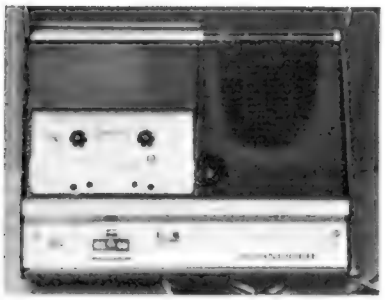
Die amerikanische Firma *Viking* zeigte ein Tonbandkopiergerät, das bis zu 10 Kopien gleichzeitig anfertigen kann und in Voll-, Halb- und Viertelspurausführung geliefert wird. Die Verschlechterung des Rauschpegels der Kopien gegenüber dem Mutterband beträgt nicht mehr als 3 dB. Der Frequenzbereich ist 80 ... 40 000 Hz bei 38 cm/s und 40 ... 20 000 Hz bei 19 cm/s. Die Verzerrungen sind $<$ 1 % bei 1 kHz und 0-dB-Einstellung am VU-Meter bei 19 und 38 cm/s.

Die Compactcassette findet auch in Frankreich immer weitere Anwendung.

[1]) Hasselbach, W.: Abtastfähigkeit von Tonabnehmersystemen. Einer der Kennwerte für die Qualität der Schallplattenabtastung. Funk-Techn. Bd. 22 (1967) Nr. 9, S. 295–296

[2]) s. auch S. 359

Zum Beispiel zeigte *Schneider* mit seinem „Insta-K-Set" ein kleines tragbares Tonbandgerät, daß mit diesen Kassetten arbeitet. Auf dem *Philips*-Stand wurde der neue Stereo-Cassetten-Recorder „3312" vorgestellt[1]). Trotz der Halbierung der



Kassettentonbandgerät „Insta-K-Set" von *Schneider* (Frankreich)

schon recht schmalen Spuren des Tonbandes gelang es auch hier, eine recht zufriedenstellende Qualität der Wiedergabe zu erreichen.

Lautsprecher

Dieses Spezialgebiet der Elektroakustik ist erfahrungsgemäß immer besonders stark beschickt, ein Beweis dafür, daß trotz des bereits Erreichten die Patentlösung noch nicht gefunden zu sein scheint. Die Hersteller sind in steigendem Maße bemüht, kleine und mittlere Boxen für Hi-Fi-Wiedergabe zu bauen, die trotz der geringen Abmessungen eine erstaunlich hohe Klangqualität aufweisen. Eine dieser Boxen, die „B 220" von *Heco*, die bisher in Frankreich kaum bekannt war, konnte jetzt vom Hersteller noch verbessert werden. Die neue „B 220/8 Studio" genügt wegen ihrer besonders engen Toleranzen den Anforderungen von Studio-Abhörgeräten. Daneben stellte *Heco* noch eine Reihe neuer Kompaktboxen („SK 10", „SK 20" und „SK 60") vor.

Zu dem bereits bekannten Boxenprogramm von *Audax* gesellte sich nun noch die Box „Audimax 4" mit drei Lautsprechern, 30 W Belastbarkeit (Musikleistung) und einer Bandbreite von 30 Hz bis 22 000 Hz. *Audax* verwendet in dieser Box einen Hochtonlautsprecher mit Aluminiummembrane und einer Luftspaltinduktion von 13 000 Gauss.

Stephens Trusonic zeigte ebenfalls einen Hochtonlautsprecher unter der Bezeichnung „Toroid-Tweeter 5 KT", dessen Frequenzbereich von 5000 bis 25 000 Hz reicht.

Bei *Cabasse* gibt es zwei verschiedene Lautsprecherboxen mit zwei beziehungsweise drei Lautsprechern und eingebautem Transistorverstärker. Diese Lösung, die bereits früher von anderen Herstellern angewendet wurde, hat den Vorteil, daß Verstärker und Lautsprecher zu einer akustischen Einheit zusammengefaßt sind und auf optimalen Frequenzgang abgestimmt werden können. *Cabasse* hat keinen Aufwand gescheut und für jedes eingebaute Lautsprechersystem einen besonderen Verstärker verwendet, der nur den Frequenzbereich verstärkt, der vom zugehörigen Lautsprecher abgestrahlt wird.

Celestion Ltd. (England) brachte eine neue Hi-Fi-Box auf den Markt, bei der zur kräftigen Baßabstrahlung ein neuer Weg beschritten wird. Man hat hier einen zusätzlichen Baßlautsprecher eingebaut, der aber nur aus Korb und Membran besteht und von dem nach hinten abgestrahlten Schalldruck des eigentlichen Baßlautsprechers erregt wird. Durch dieses Verfahren, das die Bezeichnung ABR (Auxiliary Bass Radiator) trägt, sollen die Frequenzen zwischen 30 und 60 Hz besonders gut abgestrahlt werden, ohne daß die Membranauslenkung des Tieftöners zu große Werte erreicht. Nach Herstellerangaben soll das eine erhebliche Verringerung der Verzerrungen in diesem Bereich bewirken.

Lautsprecher von *J. B. Lansing* gehören zweifellos mit zum Besten, was es auf diesem Gebiet gibt. Trotzdem dürften Form und Abmessungen kaum europäischen Vorstellungen entsprechen. Die ausgestellte Kombination „Olympus" enthält einen Tieftöner von 38 cm Durchmesser, während die Höhen von zwei Lautsprechern mit Ringmembrane, ein *Lansing*-Patent, abgestrahlt werden. Die Abmessungen dieser Kombination sind 120 cm × 67 cm × 51 cm; Gewicht: 65 kg.

Verstärker

Da, wie erwartet, bei den Verstärkern nicht viel technisch Neues zu entdecken war, soll dieses Gebiet hier auch nur kurz gestreift werden. *Bouyer* stellte einen neuen Verstärker für Ela-Anlagen vor, der entweder mit oder ohne Plattenspieler geliefert wird und mit vier Röhren 807 in der Endstufe eine Spitzenleistung von 300 W erzeugt. Der Frequenzgang ist zwischen 50 und 8000 Hz linear.

CM Laboratorys brachte eine Reihe neuer Hi-Fi-Verstärker auf den Markt, von denen der größte Teil noch mit Röhren bestückt ist. Das volltransistorisierte Modell „CC 2" überträgt den Frequenzbereich 1 Hz ... 100 kHz ± 3 dB. Der Klirrfaktor ist im ganzen Frequenzbereich < 1 % für eine Nennausgangsspannung von 2 V.

Hier sei auch noch der *Sony*-Stereo-Verstärker in Alltransistortechnik erwähnt. Bei 0,1 % Klirrfaktor und einem Frequenzbereich von 30 bis 20 000 Hz gibt dieser Verstärker je Kanal 50 W Sinusleistung an 8 Ohm ab. Bei 500 mW sind die Verzerrungen sogar geringer als 0,05 %. Dies ist insofern bemerkenswert, weil Transistorverstärker oft bei kleiner Leistung einen größeren Klirrgrad aufweisen als bei voller Leistung. Die Endstufentransistoren sind hier durch elektronische Sicherungen gegen jede Überlastung geschützt. Dieser Verstärker unterscheidet sich auch dadurch von anderen Fabrikaten, daß er zwar sehr schmal (18 cm), aber recht tief (44,5 cm) ist, was in manchen Fällen den Einbau sehr erschweren dürfte.

Mikrofone und Kopfhörer

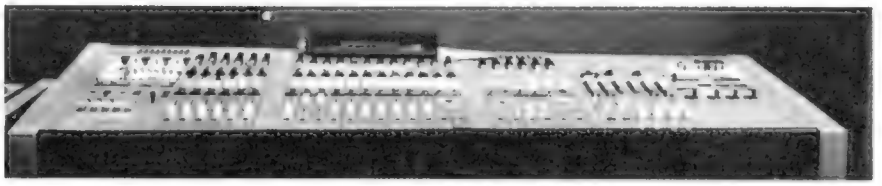
Obwohl die Kopfhörerwiedergabe meistens recht gut ist, scheint sie für viele Hi-Fi-Liebhaber immer noch ein Notbehelf zu sein. Trotzdem verlangen die modernen Wohnverhältnisse in vielen Fällen den Übergang zu dieser Art des Hörens, wenn man Originallautstärken genießen will.

Erstmals war hier der neue *Sennheiser*-Kopfhörer „HD 110" zu sehen, der, obwohl bereits im vergangenen Jahr in Hannover vorgestellt, erst vor kurzem zur Auslieferung gelangte. In seinen elektrischen Daten und in der Ausstattung gehört er zweifellos zur Spitzenklasse der Hi-Fi-Kopfhörer. Sein Übertragungsbereich am Ohr erstreckt sich von 20 Hz bis 20 kHz bei einer Impedanz von 200 Ohm. Wegen seines geringen Gewichtes (285 g) und der gut sitzenden Ohrmuscheln ist er auch von empfindlichen Personen leicht zu tragen, was man durchaus nicht von allen Hörerkonstruktionen behaupten kann.

Die französische Firma *Melodium* zeigte ihr neues Mikrofon „79 A" mit Kugelcharakteristik, das sehr kleine Abmessungen hat und auch als Lavallier-Mikrofon benutzt werden kann. Auch *AKG*, *Beyer* und *Mikrofonbau* zeigten ihre Erzeugnisse, die hier aber nicht näher beschrieben sind, da sie nicht neu waren.

Kommerzielle Technik

Viele Aussteller zeigten auch Geräte für Schallplatten- und Rundfunkstudios. Die tschechoslowakische Firma *Tesla* stellte ein umfassendes Angebot an Einrichtungen für Rundfunkstudios aus, wobei ein voll transistorisierter großer Regietisch besonderes Interesse erweckte. Auch bei *AEG-Telefunken* erregte das umfassende Angebot der kommerziellen Ela-Technik berechtigtes Interesse.



Regietisch für Rundfunkstudios von *Tesla*

Ein anderes kommerzielles Mischpult für Aufnahmestudios zeigte *Schlumberger*. Es hat 20 Eingänge (davon 10 mischbar) und vier getrennte Ausgänge. Die Möglichkeit zur Kanalgruppenbildung mit Echorückführung und Stereo-Betrieb sind weitere Merkmale des ausschließlich mit Siliziumhalbleitern bestückten Gerätes. Eine kleinere Ausführung mit der Bezeichnung „UPS 210 P" hat 12 Eingänge und zwei Ausgänge.

Sehr interessant war bei *EMT* eine Bildzähleinrichtung für Fernsehbandaufnahmen. Die Bildzählung erfolgt digital, wobei jedem Bild eine Binärcodezahl zugeordnet wird, so daß sehr schnell ein bestimmtes Bild wiedergefunden werden kann. Auch nach dem Schnitt läßt sich ein bestimmtes Bild leicht wiederfinden. Die norwegische Firma *Nordisk elektroakustik* stellte das Studiotonbandgerät „Loop-Matic" vor, das für Spezialaufgaben in der Studiotechnik bestimmt ist. Es arbeitet mit Endlostonbändern in Stahlkassetten (Bandgeschwindigkeit 19 cm/s) und wird hauptsächlich für Einblendungen von Titelmelodien usw. verwendet. Nach jedem Durchlauf bleibt das Band automatisch in der Anfangsstellung stehen, so daß die Aufnahme sofort wieder abgespielt werden kann. Die Abschaltung erfolgt mittels Photozelle. Die Programmlänge kann zwischen 1 und 15 min liegen. Man beabsichtigt, später auch Kurzzeitkassetten herauszubringen.

W. Schaff

[1]) Offer, H.: Stereo-Cassetten-Recorder „3312" mit Netzanschluß. Funk-Techn. Bd. 22 (1967) Nr. 8, S. 247–248

W. W. DIEFENBACH

1,5-Watt-Verstärker für Transistorsuper-Baustein in Minitechnik

Technische Daten
NF-Verstärkung: dreistufig
eisenlose Gegentakt-Endstufe
Ausgangsleistung: 1,5 W
Klirrfaktor bei 1 kHz und 1 W: 0,8%
Lautsprecher: 5 Ohm
Betriebsspannung: 9 V
Stromaufnahme: 10 mA
Bestückung: 2 × BC 131 C, AC 117, AC 175

Schaltung

Für den im Heft 7/1967 beschriebenen Transistorsuper-Baustein[1]) eignet sich beispielsweise ein eisenloser Transistorverstärker nach Bild 1. Um eine symmetrische Aussteuerung der Treiberstufe auch bei höherer Temperatur zu erhalten, wird eine Kompensationsschaltung benutzt. Mit steigender Temperatur erhöht sich der Kollektorstrom des Vorstufentransistors *T 1*, und dadurch entsteht ein größerer Spannungsabfall am Widerstand *R 2*. Durch entsprechende Dimensionierung der Widerstände *R 1*, *R 2* und *R 5* kann man die volle Ausgangsleistung in einem bestimmten Temperaturbereich annähernd konstanthalten.

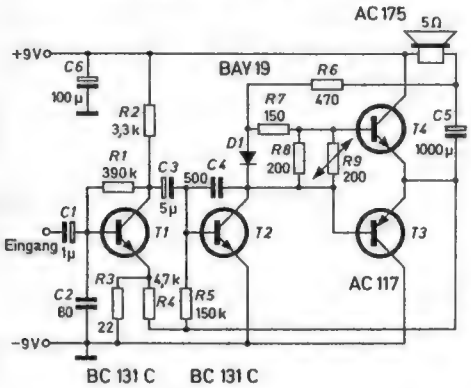


Bild 1. Schaltung des 1,5 W-Verstärkers für den Transistorsuper-Baustein ◄

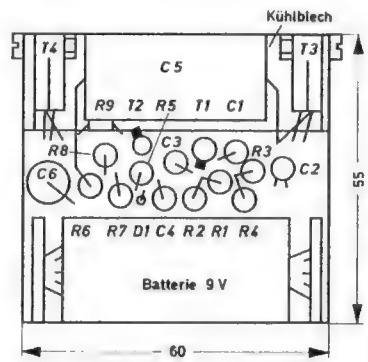


Bild 2. Einzelteileanordnung auf der Montageplatte ▶

Der Gegenkopplungsweg der End- und Treiberstufe führt von dem gemeinsamen Emitteranschluß der Transistoren *T 3* und *T 4* über den Widerstand *R 5* zur Basis des Treibertransistors *T 2*. Die Ausgangsspannung der Treiberstufe wird vom Kollektor über den Kondensator *C 4* zur Basis gegengekoppelt. Diese Gegenkopplung wirkt sich aber nur bei höheren Frequenzen aus. Der Frequenzgang für niedrige Frequenzen wird lediglich durch die Kondensatoren *C 1* und *C 5* bestimmt.

Die Siliziumdiode BAY 19 (*D 1*) stabilisiert den Kollektorruhestrom gegen etwaige Batteriespannungsschwankungen. *D 1* liegt parallel zum Spannungsteiler *R 7*, *R 8*, *R 9* und wird in Durchlaßrichtung betrieben. An diesem Spannungsteiler greift man die Basis-Emitter-Spannung für beide Endstufentransistoren ab. Da sich bei Erwärmung der Kollektorruhestrom der Endstufentransistoren verändert, muß ein temperaturabhängiger Widerstand *R 9* (NCT-Widerstand) parallel zu *R 8* geschaltet werden.

[1]) Transistorsuper-Baustein in Minitechnik. Funk-Techn. Bd. 22 (1967) Nr. 7, S. 226

Konstruktion und Abgleich

Zum Aufbau läßt sich eine doppellagige, 55 mm × 60 mm große Resopalplatte verwenden (Bild 2). Die Verdrahtung erfolgt unter der Platte in Art einer gedruckten Schaltung. Zum Abführen der Wärme, die in den beiden Endstufentransistoren entsteht, werden Kühlbleche benötigt. Die notwendige Kühlblechgröße hängt von der abzuführenden Wärme ab und diese wiederum von der auftretenden Verlustleistung. Die Kühlfläche sollte nicht kleiner als 16 cm² sein. In der Anordnung nach Bild 2 wurde als Kühlblech ein 20 mm × 80 mm großer Aluminiumstreifen (2 mm dick) gewählt. Beide Enden des Streifens lassen sich leicht um etwa 10 mm abwinkeln. An diesen Winkeln werden dann die Endstufentransistoren mit Hilfe von Schrauben befestigt. Zwischen den Transistoren hat der große 1000-µF-Kondensator Platz (Bild 3).

Vor dem Einschalten des Verstärkers sollte man die Verdrahtung gründlich prüfen. Dann kontrolliert man noch einmal die Polung der Transistoren, der Diode und der Elektrolytkondensatoren.

Ein Absinken der Batteriespannung (9 V) hat zur Folge, daß die Sinusspannung einseitig abgekappt wird. Die maximal mögliche Ausgangsleistung des Verstärkers ist dann nicht zu erreichen, da der Arbeitspunkt nicht mehr in der Mitte des aussteuerbaren Spannungsbereiches liegt. Ein symmetrisches Abkappen erhält man durch sorgfältige Dimensionierung des Gegenkopplungswiderstandes *R 5*; zur genauen Einstellung setzt man zweckmäßigerweise vorerst ein Trimmpotentiometer für *R 5* ein.

Zum Abgleich wird ein Sinusgenerator an den Eingang und ein Oszillograf an den Lautsprecherausgang des Verstärkers gelegt. Der Generator ist so einzustellen, daß der Verstärker etwas übersteuert wird. Mit dem ersatzweise für *R 5* angeordneten Potentiometer wird dann auf symmetrisches Abkappen eingestellt.

Zusammenbau von Transistorsuper-Baustein und 1,5-W-Verstärker

Beim Betrieb des Empfangs- und des NF-Teils aus einer Batterie müssen beide Einheiten spannungsmäßig genügend entkoppelt werden. Hierzu ist ein Siebglied (470 Ohm, 100 µF) in die Spannungsversorgungsleitung zu schalten. In der Schaltung des Transistorsuper-Bausteins ist das bereits durch die Glieder *R 12*, *C 10* (Bild 1 im Heft 7/1967, S. 226) berücksichtigt. Reicht diese Entkopplung nicht aus, dann muß der Elektrolytkondensator *C 6* des vorstehend beschriebenen 1,5-W-Verstärkers auf 500 µF erhöht werden.

Bild 3. Der betriebsfertige 1,5-W-Transistorverstärker

Aus Bild 4 ist erkennbar, daß sich der Transistorsuper-Baustein und der 1,5-W-Verstärker-Baustein gut aneinanderreihen lassen. Bei Verwendung eines kleinen Lautsprechers kann das Gerät als Taschenempfänger benutzt werden. Beim Einbau in ein größeres Holzgehäuse entsteht ein kleiner Zweitempfänger guter Klangqualität. Es empfiehlt sich in diesem Fall jedoch, einen größeren Ferritantennenstab anzuordnen; dadurch steigt die Empfangsleistung, und das Rauschen wird wesentlich geringer.

Beim Gehäuseeinbau müssen Drehkondensator und Lautstärkepotentiometer des Super-Bausteins von der Aufbauplatte getrennt und an der Gehäusefrontseite befestigt werden. Beim Aufbau eines Zweitempfängers ist ferner die Verwendung einer größeren Batterie mit längerer Lebensdauer zweckmäßig. Der Betrieb des Gerätes wird dann wirtschaftlicher.

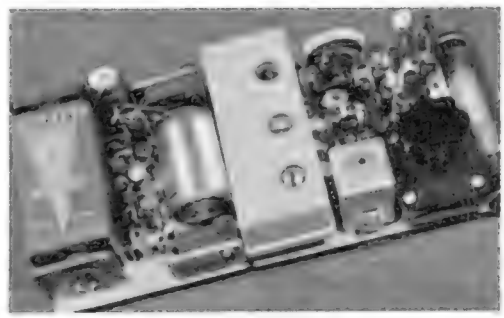


Bild 4. Gesamtansicht des Minisupers mit dem 1,5-W-Verstärker

Einzelteilliste

Elektrolytkondensatoren, 15/18 V	*(Wima)*
Rollkondensator „Tropyfol F", 400 V	*(Wima)*
Widerstände, 0,5 W	*(Dralowid)*
NTC-Widerstand „K 11", 200 Ohm	*(Siemens)*
Batterie „29", 9 V	*(Pertrix)*
Transistoren	
2 × BC 131 C, AC 117, AC 175	*(Telefunken)*
Diode BAY 19	*(Intermetall)*

Bezug der angegebenen Bauelemente nur über den einschlägigen Fachhandel

E. KLAPP

Neue Quellen für die elektrische Energieerzeugung

I. Der MHD-Generator

1. Allgemeines zur Energieerzeugung

Wenn in den vergangenen Jahren die zentrale Stellung der konventionellen Energieträger geschmälert wurde, so ist das weniger durch schwindende Vorräte von Kohle und Öl als fast ausschließlich durch neue Verfahren der Energieerzeugung bedingt. Diese versprechen einerseits geringere Energieerzeugungskosten, andererseits höhere Umwandlungswirkungsgrade. Sie sind damit besonders geeignet, den ständig wachsenden Energiebedarf zu befriedigen, der sich innerhalb der letzten Jahrzehnte unseres Jahrhunderts jeweils verdoppelte. Insofern ist es irreführend, von einer Konkurrenzsituation für die fossilen Energieträger Kohle und Öl zu sprechen; die Kernenergie und die Verfahren zur Energie-Direkt-Umwandlung (EDU) stellen vielmehr die dringend erforderliche Ergänzung der konventionellen Energiequellen dar. Ohne sie wäre der Fortbestand unseres modernen, auf hohem Energiekonsum aufbauenden Lebens kaum zu sichern.

Dem HF-Techniker ist naturgemäß die Leistungseinheit „Kilowatt" vertrauter als das in der Energiewirtschaft mehr gebräuchliche „Megawatt". Die Energieerzeugung in Brennstoffzellen, thermionischen Dioden und Sperrschicht-Photozellen steht ihm daher vielleicht näher als die im magnetohydrodynamischen Generator (MHD-Generator) oder gar im Kernkraftwerk. Trotzdem werden die beiden letzgenannten Verfahren in der sich anschließenden Aufsatzfolge behandelt, um ein einigermaßen abgerundetes Bild über den Stand der Energieerzeugung zu geben. Die Energieerzeugung aus Kernbrennstoffen fällt aus dem genannten Rahmen insofern heraus, als sie nicht dem 1. Hauptsatz der klassischen Physik gehorcht; hier findet eine tatsächliche Neuerzeugung von Energie durch Umwandlung des Massendefektes in Energie entsprechend der Einsteinschen Beziehung $E = mc^2$ statt. Die anderen Verfahren hingegen sind Methoden zur umweglosen, konventionellen Energieumwandlung mit unkonventionellen, das heißt bisher nicht üblichen Mitteln. Diese Verfahren sind dadurch gekennzeichnet, daß einzelne oder mehrere Energieformen, die üblicherweise Zwischenstufen innerhalb eines Umwandlungsprozesses sind, vermieden werden. So wird zum Beispiel bei thermionischen und thermoelektrischen Konvertern sowie bei magnetohydrodynamischen Generatoren die Zwischenstufe der mechanischen Energie umgangen, nicht dagegen die Wärme als Zwischenstufe vermieden. In der Gestalt der Brennstoffzelle gelingt die direkte Umwandlung chemischer in elektrische Energie ohne den in konventionellen Stromerzeugern üblichen Umweg über die Wärme, die im Sinne des 2. Hauptsatzes der Thermodynamik als „minderwertige" Energieform gilt. Dagegen verläuft der Prozeß im Kernkraftwerk durchaus konventionell, das heißt über die Zwischenstufen der Wärme und der mechanischen Energie (Turbine).

Eine einprägsame Übersicht über die Verfahren der Energie-Direkt-Umwandlung (EDU) gibt die Energiematrix von E. Justi [1], die in Tab. I wiedergegeben ist. Der erste Beitrag dieser Folge befaßt sich mit der Umwandlung thermischer Energie in elektrische Energie im MHD-Generator (Schnittpunkt von 2. Zeile und 4. Spalte in Tab. I).

2. Physikalische Grundlagen und Entwicklungsstand des magnetohydrodynamischen Generators

Den grundsätzlichen Aufbau eines MHD-Generators zeigt Bild 1. Nach vereinfachter Betrachtung strömt ein elektrisch leitendes Medium – meist ein ionisiertes, das heißt in Ladungsträger aufgespaltenes Gas – mit konstanter Geschwindigkeit v durch den MHD-Kanal, der vom Magnetfeld B durchsetzt wird. Das Magnetfeld bewirkt eine Ablenkung der freien Ladungsträger senkrecht zum Feld und senkrecht zur Strömungsrichtung zu entsprechenden Elektroden, zwischen denen sich eine Spannung aufbaut. Das Grundprinzip ist also das gleiche wie bei einem normalen elektrischen Generator, nur tritt an die Stelle des Kupferleiters das ionisierte und damit elektrisch leitende Gas. Da sich für

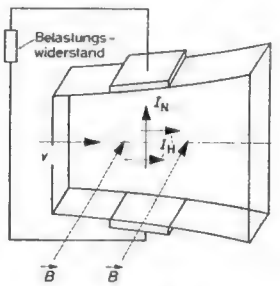


Bild 1. Prinzipieller Aufbau des MHD-Generators (magnetische Induktion B, Strömungsgeschwindigkeit v, Normalstromdichte I_N, Hallstromdichte I_H; Stromverteilungen schematisch)

ionisierte Gase auch der Begriff Plasma eingeführt hat, spricht man richtiger vom magnetoplasmadynamischen Generator (MPD-Generator). Die Bezeichnung „hydrodynamisch" stammt daher, daß die Gleichungen für das strömende Plasma der Theorie der strömenden Flüssigkeiten (Hydrodynamik) entnommen wurden, die seit langem bekannt sind und entsprechend den Bedürfnissen der Plasmadynamik erweitert wurden.

Wird das entstehende elektrische Feld durch einen äußeren Widerstand kurzgeschlossen, so fließt durch die Gasschicht der Normalstrom I_N. Nach der Regel von Lenz wirkt sein elektromagnetisches Feld der Ursache der Induktion entgegen und versucht mithin, den Gasstrahl zu bremsen. Das Gas leistet Arbeit gegen

Tab. I. Matrix der Energie-Direkt-Umwandlungen (EDU)

	(1) mechanische Energie	(2) thermische Energie	(3) Licht-energie	(4) elektrische Energie	(5) chemische Energie
(1) mechanische Energie	(11) einfache Maschinen	(12) Reibungswärme, Wärmepumpe, Kältemaschine	(13) Triboluminescenz	(14) Dynamomaschine, Mikrofon	(15)
(2) thermische Energie	(21) Wärmekraft-maschine	(22) Absorptions-Kältemaschine	(23) Glühlampe	(124) MHD-Gen. (24) Seebeck-Eff., thermionische Dioden	(25) endotherme chemische Reaktionen
(3) Lichtenergie	(31) Radiometer	(32) Lichtabsorption	(33) Fluoreszenz	(34) Sperrschicht-Photozelle (Solar Cell)	(35) Photosynthese, Photodissoziation
(4) elektrische Energie	(41) Elektromotor, Elektro-Osmose, MHD-Pumpe	(42) Peltier-Effekt, Thomson-Effekt	(43) Spektrallampen, Leuchtstoffröhren	(44) Speicherung im Akku oder Pumpspeicherwerk	(45) Elektrolyse, Elektrodialyse
(5) chemische Energie	(51) Osmose, Muskel	(52) exotherme chem. Reaktionen, spez. Verbrennung	(53) Chemi-Lumineszenz (Leuchtkäfer)	(54) galvanische, spez. Brennstoff-Elemente	(55) Präreakt. in Brennstoff-El.

diese Kraft, indem es bei konstanter Strömungsgeschwindigkeit expandiert. Der MHD-Kanal erhält daher einen sich in Strömungsrichtung erweiternden Querschnitt, damit eine annähernd konstante Strömungsgeschwindigkeit gewährleistet ist. Durch den sogenannten Hall-Effekt entsteht zusätzlich zu dem senkrecht zur Strömungsrichtung induzierten Normalstrom I_N eine axiale (Hall-) Komponente I_H. Würde man, wie im Bild 1 vereinfacht dargestellt, die Kanalwände nur aus einem Elektrodenpaar herstellen, so würde die durch den Hall-Effekt bei Belastung des Generators induzierte Spannung in Strömungsrichtung über die Elektroden kurzgeschlossen, was einer Verminderung der elektrischen Leitfähigkeit gleichkommt.

Aus diesem Grund werden die Elektroden in einzelne Segmente unterteilt, oder es wird die sogenannte „disc geometry" gewählt (Bild 2), die die konsequenteste Aus-

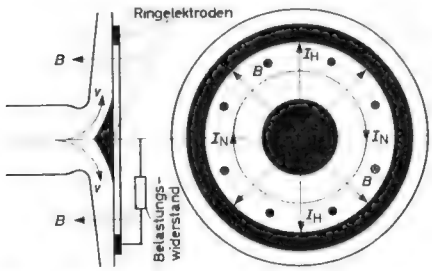


Bild 2. Disc-Hallgenerator (magnetische Induktion B, Strömungsgeschwindigkeit v, Normalstromdichte I_N, Hallstromdichte I_H; Stromverteilungen schematisch)

nutzung des Hall-Effektes ermöglicht [2]. Diese Bauart wurde auf dem internationalen MHD-Symposium in Salzburg 1966 vorgeschlagen [3].

Eine grundlegende Voraussetzung der Energieerzeugung nach dem magnetohydrodynamischen Prinzip ist die hinreichend hohe Leitfähigkeit des Arbeitsmittels; sie bestimmt neben der Geschwindigkeit v des Plasmastrahls und der Stärke B des Magnetfeldes die maximale Leistungsdichte des Generators. Für praktisch verwendbare Generatoren muß die Leitfähigkeit wenigstens 10 S/m (1 S/m = 1 $Ohm^{-1}m^{-1}$) betragen. Die untere Grenze der erforderlichen Plasmatemperatur ist damit festgelegt. Für großtechnische Anwendungen wird aber leider erst bei Temperaturen in der Größenordnung von 5000 bis 7000 °K eine hinreichende Leitfähigkeit durch thermische Ionisation erreicht. Diese Temperaturen sind vorerst von der Werkstoffseite her nicht zu beherrschen. Man muß daher nach anderen Möglichkeiten suchen, die erforderlichen Leitfähigkeiten zu erreichen. Sie bieten sich in der Zugabe von Stoffen mit geringen Ionisationspotentialen zum Arbeitsmittel an. Als Saat- oder Impfmaterial kommen besonders die Alkalimetalle beziehungsweise ihre Dämpfe in Frage, also Natrium (5,138 eV), Kalium (4,339 eV), Caesium (3,87 eV) und Rubidium (4,16 eV). Aus Preisgründen scheiden Caesium und Rubidium im allgemeinen bei offenen Kreisläufen aus, zumindest unter dem Aspekt wirtschaftlicher Energiegewinnung; hier wird daher überwiegend Kalium angewandt, während das Caesium geschlossenen Kreisläufen vorbehalten bleibt. Um die erforderlichen Leitfähigkeiten von wenigstens 10 S/m zu erreichen, sind heute bei Zusatz von Caesium zum Gas etwa 2200 °K und bei Kalium etwa 2800 °K erforderlich.

Obwohl der erforderliche molare Anteil der Saatstoffe im Rauchgas im allgemeinen unter 1 % liegt, beträgt die dem Arbeitsgas laufend zuzuführende Menge an Alkalisalzen bis zu 40 % des Brennstoffdurchsatzes. Aus wirtschaftlichen Erwägungen folgt daraus die Notwendigkeit möglichst weitgehender Rückgewinnung der Saatstoffe. Erhebliche Probleme wirft die Beherrschung der Korrosionen durch die alkalimetallhaltigen Verbindungen auf.

2.1. Offene und geschlossene MHD-Kreisläufe, Zweiphasenprozesse

Die Verwendung des MHD-Generators in Verbindung mit einem nachgeschalteten Wärmekraftwerk herkömmlicher Bauart setzt einen Betrieb im offenen Kreislauf voraus (Bild 3). In einer Brennkammer *3* werden Kohlenstaub, Öl, Erd- oder Mineralölgase mit vorgeheizter Luft verbrannt. Dem Gas werden vor der Brennkammer Impfstoffe zur Erhöhung der Leitfähigkeit zugesetzt. In der Düse *2* auf Schall- oder Überschallgeschwindigkeit beschleunigt, durchströmt das Gas den eigentlichen

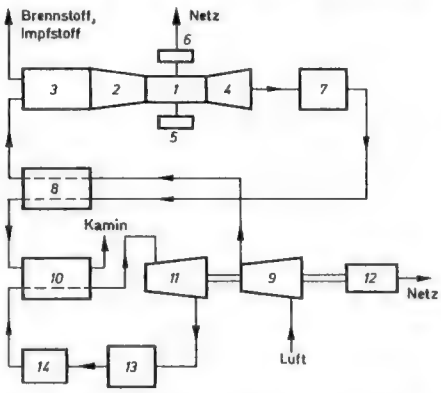


Bild 3. Prinzipschaltbild eines Dampfkraftwerkes mit offener MHD-Vorstufe; *1* MHD-Generator, *2* Düse, *3* Brennkammer, *4* Diffusor, *5* Elektromagnet, *6* Wechselrichter, *7* Impfstoff-Rückgewinnung, *8* Wärmetauscher Gas—Luft, *9* Kompressor, *10* Dampferzeuger, *11* Dampfturbine, *12* Generator, *13* Kondensator, *14* Speisepumpe

MHD-Kanal *1* zur Energieabgabe. Verzögerung im Diffusor *4* und Abscheiden der Impfstoffe *7* sind die nächsten Stationen. Es schließt sich der Wärmetauscher *8* zur Luftvorwärmung und der konventionelle Dampferzeuger *10* an. Da im MHD-Generator die Stromerzeugung direkt, das heißt ohne die bisher übliche Zwischenstufe der mechanischen Energie, durchgeführt wird, entfällt auch die Beschränkung bezüglich der mittleren oberen Prozeßtemperatur, die bei herkömmlichen Wärmekraftwerken auf etwa 650 °C beschränkt ist. In Wärmekraftwerken mit MHD-Vorstufe werden daher Gesamtwirkungsgrade von mehr als 50 % erreicht (Obergrenze bei herkömmlichen Kraftwerken 40 %). Bisher sind elektrische Leistungen bis zu 40 MWe, allerdings nur für kurze Zeiten, erreicht worden. Kleinere Anlagen haben mehr als 100 h gearbeitet. Eine Übersicht über die wichtigsten offenen Kreisläufe gibt [3].

In geschlossenen MHD-Kreisläufen nach Bild 4 entfällt der Kostengesichtspunkt bei der Auswahl des Arbeitsmittels und der Saatstoffe, da das Medium im geschlossenen Kreislauf zirkuliert. Mittels des Effekts der Nichtgleichgewichtionisation ist es hier grundsätzlich möglich, bei verhältnismäßig niedrigen Gastemperaturen hohe elektrische Leitfähigkeiten zu er-

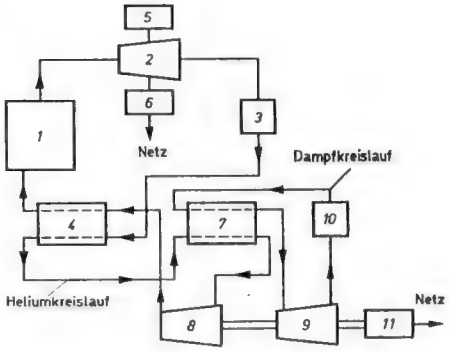


Bild 4. Geschlossener MHD-Prozeß mit nachgeschaltetem Dampfkraftprozeß, gegebenenfalls mit Teildampferzeugung im Reaktor *1* und Dampferzeugung bei der Kühlung des MHD-Generators *2*; *3* Impfstoff-Rückgewinnung, *4* Wärmetauscher Gas—Gas (Primärwärmetauscher), *5* Elektromagnet, *6* Wechselrichter, *7* Wärmetauscher Gas—Dampf (Sekundärwärmetauscher), *8* Kompressor, *9* Dampfturbine, *10* Speisepumpe, *11* Generator

reichen; infolge der Beschleunigung im induzierten elektrischen Feld nehmen die Elektronen dabei eine im Mittel höhere Geschwindigkeit an, als es der für die thermischen Effekte maßgebenden Gastemperatur entspricht. Als Betriebsmittel kommen He und A, als Impfstoff überwiegend Cs in Frage. Da die Erhitzung des Betriebsmittels indirekt erfolgen muß, ist der Durchbruch des geschlossenen MHD-Kreislaufes an die Entwicklung eines Hochtemperaturreaktors oder eines Hochtemperaturwärmetauschers gebunden, letzteres, um auch konventionelle Wärmequellen einsetzen zu können. Aus verschiedenen Gründen ist der geschlossene Kreislauf noch nicht so weit fortgeschritten wie der offene Kreislauf [3]. Zunächst ist an einen Einsatz in der Raumfahrt gedacht.

Ein Sonderfall des geschlossenen MHD-Kreislaufes ist der mit flüssigem Metall betriebene Zweiphasenprozeß. Die Vorteile dieses Verfahrens liegen in der wesentlich höheren elektrischen Leitfähigkeit eines flüssigen Metalls und der damit verbundenen höheren Leistungsdichte. Der Prozeß besteht in der Erwärmung und Verdampfung eines Metalls, der Umwandlung eines Teils der zugeführten Wärme in kinetische Energie der flüssigen Phase und schließlich in der Umsetzung der kinetischen Energie in elektrische Energie im MHD-Generator. Erhebliche Schwierigkeiten liegen dabei in der Beherrschung der Zweiphasenströmung Metall - Metalldampf. Mit Forschungsarbeiten auf dem Gebiet des Flüssigmetallwandlers ist in Deutschland besonders *AEG-Telefunken* hervorgetreten.

Bild 5 zeigt das Modell eines solchen Flüssigmetallwandlers der *AEG-Telefunken*. Ein Teil des den Diffusor mit geringer Geschwindigkeit verlassenden flüssigen Metalls wird dem als Wärmequelle dienenden Kernreaktor zugeführt und dort verdampft. Der andere Teil wird am Diffusoraustritt abgetrennt, gekühlt und in der Kondensationsstrecke dem heißen Metalldampfstrahl beigemischt, der dadurch kondensiert. Dabei wird ein Teil der zugeführten Wärme in kinetische Energie der flüssigen Phase umgewandelt. Der resultierende Flüssigkeitsstrahl hoher Geschwindigkeit gelangt über den MHD-Wandler wieder in den Diffusor. Die gezeigte Anordnung ist – wie auch andere Ausführungen geschlossener MHD-Kreisläufe – besonders für den Einsatz in der Raumfahrt vorgesehen.

Ein Volltreffer für Sie und Ihre Kunden

combiphon

das neuartige Universalgerät
mit überzeugenden Verkaufsargumenten

Rundfunkhören
Radiosendungen aufnehmen
Diktieren
Musik-Cassetten abspielen
Mikrofonaufnahmen

...und das alles auch im Auto!

Combiphon könnte Ihr Verkaufsschlager für 1967 werden.
Disponieren Sie deshalb rechtzeitig!
Fordern Sie noch heute Prospekte an. Postkarte genügt.

akkord

Akkord-Radio GmbH 6742 Herxheim/Pfalz
Deutschlands erste Spezialfabrik für Kofferradio

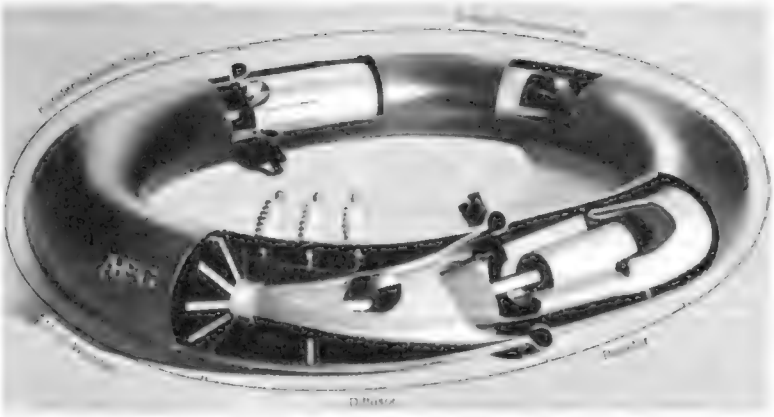


Bild 5. Modell eines HMD-Flüssigkeitsmetallwandlers von AEG-Telefunken

Allen MHD-Wandlern gemeinsam sind Elektrodenprobleme. Wird die Leistung über Elektroden abgeführt, so werden materialseitig extreme Anforderungen an die Elektroden gestellt; diese lassen sich umgehen, wenn die Leistung induktiv ausgekoppelt wird (Transformatorprinzip). Freilich sind hiermit Wirkungsgradeinbußen verbunden. Zudem setzt die induktive Leistungsentnahme Wechselstrom voraus, während der MHD-Generator, wie er bisher beschrieben wurde, Gleichstrom erzeugt. Die Erzeugung von Wechselstrom ist bis heute nicht zufriedenstellend gelöst. Das Anlegen eines magnetischen Wechselfeldes scheidet bei hohen Feldstärken aus Gründen des kaum zu vertretenden Blindleistungsbedarfes aus. Versuche mit pulsierenden Gasstrahlen und pulsförmiger Zugabe der Impfstoffe konnten bisher nicht befriedigen.

Durch die Entwicklung supraleitender Magnetspulen scheint die Bereitstellung geeigneter Magnete für MHD-Generatoren bis in die Größenordnung von 100 000 kG gesichert; ihr Gewicht beträgt etwa nur ein Fünfzigstel konventioneller Magnetspulen. Fragen der Wärmeisolation und -abfuhr bedürfen noch weiterer Klärung.

3. Wirtschaftlicher Ausblick

Es bestehen gute Gründe zu der Annahme, daß die Stromerzeugungskosten eines mit fossilen Brennstoffen betriebenen konventionellen Wärmekraftwerkes mit MHD-Vorstufe unter denen des herkömmlichen Kraftwerktyps liegen; die Kostenvorteile gegenüber diesem werden im Augenblick auf 0,5 bis 0,7 Dpf/kWh geschätzt. Es muß aber bezweifelt werden, ob die extrem niedrigen Stromerzeugungskosten des Kernkraftwerkes erreicht oder unterboten werden können, insbesondere im Bereich hoher Benutzungsstundenzahlen [2]. Diese Möglichkeit besteht nach Ansicht erfahrener Fachleute überhaupt nur in dem Zeitraum zwischen 1980 und dem Jahr 2000. Die Entwicklung des offenen MHD-Kreislaufes muß also zu Beginn der 80er Jahre einen gewissen Abschluß erreicht haben, was vielfach in Frage gestellt wird.

Der Einsatz des geschlossenen Edelgasprozesses ist an die Entwicklung eines gasgekühlten Hochtemperaturreaktors geknüpft. Problematisch ist, daß die Forderung des Reaktors nach hohem Druck zum Erreichen einer hohen Leistungsdichte im Widerspruch zu den Bedürfnissen des Plasmawandlers steht, der im Interesse hoher Leitfähigkeit des Betriebsmittels bei niedrigem Druck betrieben sein will. Generell müssen die Chancen des geschlossenen (Edelgas-)Prozesses im Zusammenhang mit einem Kernkraftwerk zurückhaltender beurteilt werden. Die ehemals zentrale Bedeutung des Gesamtanlagewirkungsgrades verliert angesichts der nachlassenden, bereits heute geringen Brennstoffkosten in Kernkraftwerken an Gewicht; ein wichtigeres Anliegen ist dagegen die Verringerung der Anlagekosten, die gegen den Einsatz des MHD-Generators in Kernkraftwerken sprechen könnte.

Dem geschlossenen MHD-Kreislauf mit metallischen Betriebsmedien sind in der Raumfahrt gute Chancen einzuräumen. Im Vordergrund steht hier zunächst der Einsatz als Energieversorgungssystem von Raumfahrzeugen im 100-kWe-Bereich.

Nicht so sehr der Prozeßwirkungsgrad als vielmehr Betriebssicherheit, kompakte Bauweise und geringes Leistungsgewicht werden über einen endgültigen Einsatz des Flüssigmetallwandlers in der Raumfahrt entscheiden.

Schrifttum

[1] Justi, E.: Leitungsmechanismus und Energieumwandlung in Festkörpern. 2. Aufl., Göttingen 1965, Vandenhoek & Ruprecht

[2] Bücken, R., Denzel, D., u. Münkel, J.: Entwicklungsstand der Energieumwandlung mit MHD-Generatoren. Brennst.-Wärme-Kraft Bd. 18 (1966) Nr. 11

[3] Klapp, E.: Entwicklungsstand und Aussichten der Magnetohydrodynamischen Energieerzeugung nach dem Internationalen Symposium in Salzburg 1966. Gaswärme Bd. 15 (1966) Nr. 11

Für Werkstatt und Labor

Bildlinearität mangelhaft

Bei einem Fernsehgerät war der Mittelkreis des Testbildes unten stark zusammengedrückt und oben auseinandergezogen. Diese Erscheinung trat jedoch erst nach etwa 1 Stunde Betriebszeit auf. Die Bildbreite war ausreichend. Der Fehler wurde im Gegenkopplungsnetzwerk der Vertikal-Ablenkstufe vermutet und die entsprechenden Kondensatoren vorsorglich überprüft. Sie waren jedoch einwandfrei. Auch der Austausch der Röhre brachte keinen Erfolg. Der Bildhöhenregler war auf Maximum gestellt, und die Linearitätsregler reagierten ungenügend.

Nun wurden die im Schaltbild angegebenen Spannungen dieser Stufe überprüft. Im Pentodenteil der PCL 82 wurden keine bedeutenden Abweichungen festgestellt. Jedoch lag die Anodenspannung der Triode etwa 40 V unter dem Sollwert. Da diese Spannung aus der Boosterspannung gewonnen wird, wurde die Boosterspannung gemessen. Sie war um 160 V geringer als im Schaltbild angegeben. Mit dem Bildbreitenregler konnte die Boosterspannung nicht weiter erhöht werden. Der Boosterkondensator wurde daraufhin ausgelötet und mit einem Ohmmeter überprüft. Es war kein Durchgang festzustellen. Probeweise wurde jedoch ein neuer Kondensator eingesetzt. Danach war die Boosterspannung einwandfrei auf den Sollwert einstellbar.

Die Meßspannung des Ohmmeters – sie ist in den meisten Geräten 1,5 V – war zu gering, um den schlechten Isolationswiderstand des Kondensators anzuzeigen. Entweder werden Kondensatoren in diesen Stufen probeweise gegen neue ausgetauscht oder man mißt den Isolationswiderstand mit höherer Spannung.

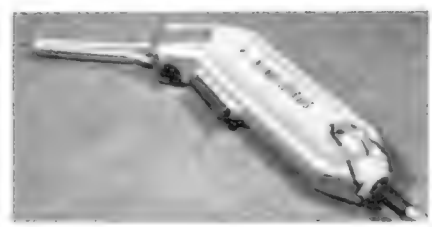
Ruckartige Helligkeitsverschiebung

Bei einem Reparaturgerät wechselte ruckartig die Helligkeit um zwei Stufen der Grautreppe des elektronischen Testbildes. Diese Erscheinung konnte durch starke Erschütterungen des Gehäuses künstlich erzeugt werden. Mit einem kleinen Gummihammer wurden die Chassisober- und unterseite, sowie die Röhren und Bandfilter beklopft. Es zeigte sich nichts, was auf kalte Lötstellen oder defekte Röhren schließen ließ. Da auch die Bildröhre einen Feinschluß aufweisen konnte, wurde der Bildröhrenhals ebenfalls beklopft. Sofort traten die Sprünge der Helligkeit im vermehrten Maße auf. Nun wurden die Spannungen an den Bildröhrenstiften gemessen und gleichzeitig die Leiterplatte der Bildröhrenfassung bewegt. Spannungssprünge konnten am Gitter 1 und am Gitter 2 festgestellt werden. Bei starkem Verkanten der Leiterplatte war keine Versorgungsspannung vorhanden. Die gedruckten Leitungen zwischen den Vorwiderständen und den Bildröhrenanschlüssen hatten Haarrisse. Diese Risse wurden mit aufgelöteten Drähten überbrückt. Damit war der Fehler behoben.

Neue Lötpistolen

Nunmehr kommt der seit Jahren in Labor-, Reparatur- und Montagebetrieben bewährte *Engel*-Löter in zwei neuen Ausführungen auf den Markt. Die praktische schattenfreie Lötstellenbeleuchtung wurde beibehalten.

Modell „60 S" ist als Typ „454" für 220 V Wechselstrom (50 Hz) erhältlich und als „455" für 110/220 V (50 Hz), umschaltbar. Die Leistungsaufnahme erreicht 60 W, das Gewicht etwa



700 Gramm. Zu diesem Lötermodell werden drei verschiedene Lötspitzen geliefert. Als Normallötspitze kommt Typ „60 WB" für Lötarbeiten bis 2,5 mm² in Betracht, während für Lötarbeiten bis 6 mm² Typ „60 WR" bestimmt ist. Für Feinlötarbeiten, beispielsweise in gedruckten Schaltungen, steht die Lötspitze „60 WS" zur Verfügung.

Auch der größere neue *Engel*-Löter „100 S" wird als Typ „474" für 220 V Wechselstrom (50 Hz) oder als Typ „475" für 110/120 V Wechselstrom (50 Hz), umschaltbar, gefertigt. Die hohe Leistungsaufnahme von 100 W macht diesen Löter auch für größere Lötarbeiten geeignet. Die zugehörige Normallötspitze „100 WB" gestattet Lötarbeiten bis zu etwa 12 mm². Mit der noch stabileren Lötspitze „100 WR" sind sogar Lötarbeiten bis zu 25 mm² möglich.

K.-H. KUPFER

Elektronische Orgeln

Schluß von FUNK-TECHNIK Bd. 22 (1967) Nr. 9, S. 332

2.5. Erzeugung von Sondereffekten

Mittels kleiner Spielereien mit der Elektronik läßt sich das Klangbild einer Orgel äußerst lebendig gestalten. Nachstehend sind einige kleine Hinweise und Anregungen gegeben.

2.5.1. *Frequenzvibrato*

Ein Frequenzvibrato ist auf jeden Fall bei einer elektronischen Orgel vorzusehen. Die Frequenz sollte variabel sein, und eine

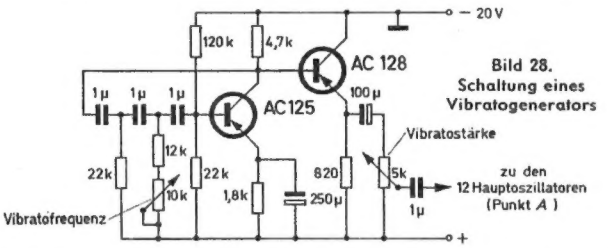


Bild 28. Schaltung eines Vibratogenerators

Regelung der Amplitude wäre wünschenswert. Für eine Transistororgel könnte die Schaltung nach Bild 28 verwendet werden.

2.5.2. *Hawaii-Effekt-Glissando*

Bei Anwendung des Hawaii-Effektes werden alle Hauptoszillatoren mit Hilfe eines Schalters, der zum Beispiel mit dem Fuß bedient werden kann, um etwa $^1/_2$ Ton nach unten verstimmt. Dann wird der gewünschte Akkord angespielt und gleichzeitig wird der Hawaiischalter wieder geöffnet. Die Generatoren ziehen auf Sollfrequenz. Um das Zurückziehen nicht zu schnell ablaufen zu lassen, wird der Spannungsverlauf durch ein *RC*-Glied mit einer Zeitkonstante bestimmt. Bild 29 zeigt ein Schaltbeispiel.

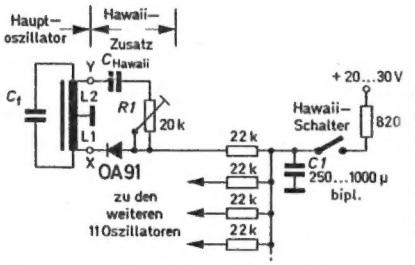


Bild 29. Schaltung eines Hawaii-Zusatzes

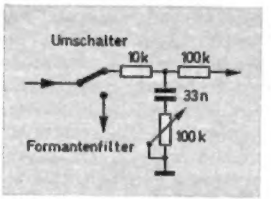


Bild 30. Regelbares Klangfilter (Formanten-Glissando) ▲

Jeder Hauptoszillator erhält einen solchen Hawaii-Zusatz. Er besteht aus dem Kondensator C_{Hawaii}, dem Potentiometer *R 1* und einer OA 91. Die Diode wirkt als regelbarer Widerstand und führt über den Kondensator C_{Hawaii} eine Verstimmung des Oszillators herbei. Mit *R 1* wird bei geschlossenem Hawaii-Schalter der Oszillator auf einen halben Ton niedriger gestimmt. Wird der Hawaii-Schalter geöffnet, so lädt die an der OA 91 gleichgerichtete Oszillatorfrequenz über den jedem Zusatz zugeordneten 22-kOhm-Widerstand den für alle Zusätze gemeinsamen Kondensator *C 1* auf. Die Diode eines jeden Zusatzes sperrt infolge der an *C 1* entstehenden negativen Spannung, und der zugeordnete Hauptoszillator zieht auf Sollfrequenz. Verwendet man statt 20 bis 30 V eine höhere Spannung, dann muß *C 1* und es müssen auch die 22-kOhm-Widerstände geändert werden. Für die Zeitkonstante sind alle zwölf Widerstände in Parallelschaltung zu betrachten. Für C_{Hawaii} gilt immer etwa $^1/_{10}$ C_f.

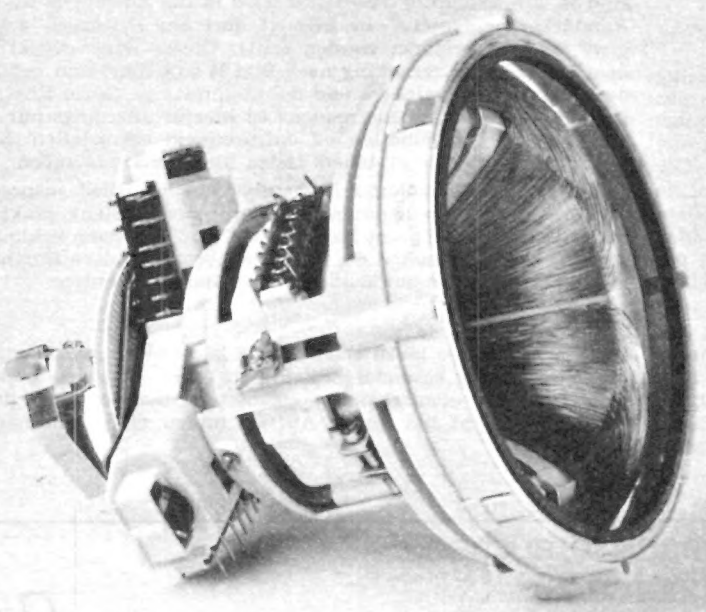
2.5.3. *Formanten-Glissando*

Ein Formanten-Glissando hat die gleiche Wirkung wie eine kontinuierlich betätigte Tonblende im Rundfunkgerät. Ein Umschalter trennt die festen Klangfilter ab und schaltet dafür ein regelbares Klangfilter ein (Bild 30). Mit dieser Vorrichtung, die vorzugsweise als Knieregler ausgebildet sein sollte, ist der Spieler in der Lage, den Oberwellengehalt seiner Orgel stetig zu regeln.

2.5.4. *Hall*

Ein räumlicher Hall gibt selbst in kleinen Räumen die Illusion, in großen Sälen zu spielen. Der Ton verlischt nicht sofort, sondern nimmt nach einer logarithmischen Funktion, ähnlich dem

VALVO
BAUELEMENTE FÜR DIE GESAMTE ELEKTRONIK



Ablenkeinheit AT 1022/03
Konvergenzeinheit AT 1023/01
Blaulateral-Einheit AT 1025/05

Ablenkmittel für Farbfernseh-Empfänger

Ablenkeinheit AT 1022/03
Konvergenzeinheit AT 1023/01
Bildzentrierringe
Blaulateral-Einheit AT 1025/05
Horizontal-Ablenktransformator AT 2051/01
Hochspannungstransformator AT 2052/02
Vertikal-Ausgangstransformator AT 3512/02
Symmetrier- und Regelspulen für Konvergenzschaltungen
Transduktor AT 4041/04

VALVO GMBH HAMBURG

Q 0567/772

natürlichen Hall, ab. Nachhalleinheiten kann man schlecht selbst bauen, man muß sie besser komplett im Handel beziehen. Die Nachhalleinheit besteht aus Vorverstärker, Wandler, Laufzeitglied (hierfür ausgewählte Drahtspiralen), einem zweiten Wandler und dem Nachverstärker. Die zwei Wandler und das Laufzeitglied bilden das Hallsystem. Die elektrischen Schwingungen werden im ersten Wandler in mechanische umgewandelt und auf das Laufzeitglied gegeben. Die mechanischen Schwingungen gelangen nach einer bestimmten zeitlichen Verzögerung in den Drahtspiralen auf das zweite Wandlersystem. Dieses gibt wieder elektrische Schwingungen ab, die im Nachverstärker auf die notwendige Amplitudenhöhe gebracht werden. Der Hall sollte regelbar sein.

2.5.5. *Nachklang*

Ein Nachklang benötigt kein dem Hallsystem entsprechendes Verzögerungssystem. Beim Nachklang wird die Unterbrechung des Tastenkontaktes beim Loslassen der Taste nicht sofort durchgeführt, sondern der Ton verlischt ähnlich dem Zudrehen eines Lautstärkereglers. Mechanisch läßt sich so etwas schlecht durchführen. Es werden deshalb als elektrisch regelbare Widerstände Dioden verwendet (auch Transistoren). In der Schaltung nach Bild 31 übernehmen die Dioden die Arbeit der Tastenkontakte. Der Tastenkontakt selbst schaltet nur eine Gleichspannung, die zur Öffnung der Dioden benötigt wird. Jede Taste muß eine solche Schaltungsanordnung erhalten. Die über den Tastenkontakt an die Dioden gelangende negative Spannung öffnet die Dioden, und die Tonschwingungen können passieren, und zwar so lange die Taste gedrückt ist. Wird der Tastenkontakt geöffnet, dann lädt sich C_x über R_x auf, und die Dioden werden gesperrt. Der Ton wird mit der Zeitkonstante aus R_x und C_x weggeregelt; er setzt nicht plötzlich aus, sondern verklingt langsam. Für das Baßpedal ergibt das beim kurzen Anschlagen eine Art Zupfbaß. Im Diskant läßt sich zum Beispiel Glockenspiel imitieren. Mittels einer kleinen Variation der Schaltung kann der Ton auch bei gedrückter Taste verlöschen; das ergibt die Imitation eines Klavieres. Mit *R 1* läßt sich der Toneinsatz verändern, da *R 1* und C_x ebenfalls eine Zeitkonstante haben.

2.5.6. *Klavier-Effekt*

Eine einfachere Art des Klaviereffektes als die ebengenannte kann man durch einen in den Tonweg geschalteten Regelverstärker erreichen. Die Blockschaltung Bild 32 veranschaulicht die Wirkungsweise. Das Tonsignal passiert unverändert die Regel-

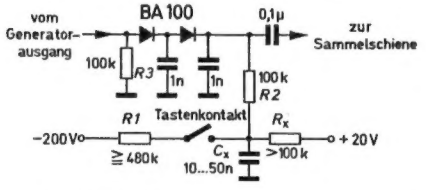


Bild 31. Schaltung zur Erzeugung eines Nachklangs

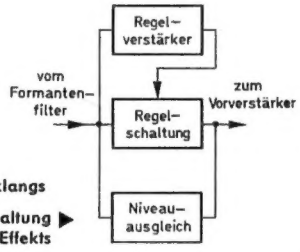


Bild 32. Blockbild einer Regelschaltung zum Erreichen eines Klavier-Effekts

schaltung und gelangt voll an den Vorverstärker. Gleichzeitig erhält der Regelverstärker das Tonsignal und bereitet hieraus eine verzögerte Regelspannung, die der Regelschaltung zugeführt wird. Die Regelschaltung versperrt nun, gesteuert durch die Regelspannung, dem Tonsignal den Weg; der Ton klingt aus. Der Niveauausgleich läßt das Tonsignal nicht völlig verlöschen, da sonst ein anhaltender Ton den Signalweg sperren würde; weitere gespielte Töne könnten nicht erklingen. Diese passieren den Niveauausgleich und gelangen so an den Verstärker, jedoch mit verminderter Amplitude. Das gesamte Klangbild erhält einen dem Klavierspiel ähnlichen Charakter.

Eine sehr einfache Schaltung ist im Bild 33 wiedergegeben. Der Photowiderstand *Ph* (LDR 03 von *Valvo*) ist zunächst hochohmig; der Ton kann passieren. Die in *T 1* und *T 2* verstärkten Tonschwingungen werden in der Diode *D* gleichgerichtet und die erhaltenen positiven Halbwellen über *R 1* der Basis von *T 3* zugeführt. *T 3* wird mit der Ladung von C_x geöffnet; das Glühlämp-

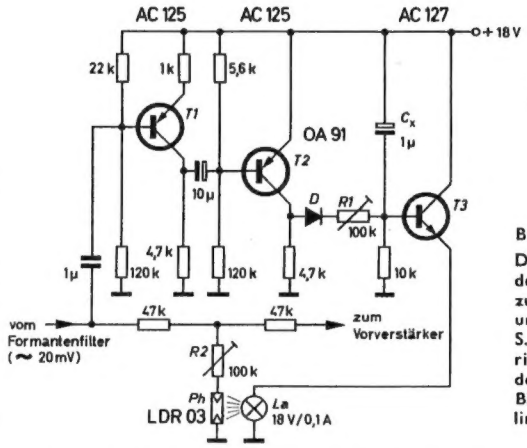


Bild 33. Schaltung zur Nachahmung eines Klavier-Effekts

Berichtigung

Die Hinweispfeile in den Unterschriften zu den Bildern 15 und 16 (Heft 8/1967, S. 270) sind nicht richtig; Bild 15 ist das rechts stehende Bild und Bild 16 das links stehende Bild

chen *La* bekommt Spannung und leuchtet auf. Durch das auf den Photowiderstand fallende Licht wird dieser niederohmig, und die Amplitude wird über den Spannungsteiler geschwächt. *R 2* fungiert als Niveauausgleich; er schränkt den Regelbereich des Photowiderstandes ein.

2.5.7. *Mandolinen-Effekt*

Ein entsprechend Bild 34 in den Tonweg geschalteter Photowiderstand *Ph* wird mit dem Blinklicht einer Glimmlampe geregelt. Eine *RC*-Kombination läßt die Glimmlampe *Gl* zünden und löschen. Das entstehende Licht steuert den Photowiderstand, der hiermit die Amplitude des Tonsignals regelt. Erfolgt das mit der richtigen Frequenz (etwa 10 ... 20 Hz), dann klingt der gespielte

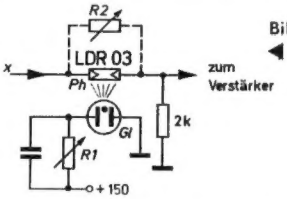


Bild 34. Schaltung zur Nachahmung eines Mandolinen-Effekts

Bild 35. Blockbild zur Rhythmuserzeugung

Ton ähnlich dem einer Mandoline. Wird *R 1* variabel ausgeführt, dann läßt sich die Frequenz des Effektes regeln. Überbrückt man den Photowiderstand mit einem regelbaren Widerstand *R 2*, dann läßt sich außerdem die Modulationstiefe verändern. Photowiderstand und Glimmlampe müssen in einem lichtdichten Gehäuse untergebracht werden; das gilt ebenfalls bei der Schaltung nach Bild 33 für Glühlampe und Photowiderstand.

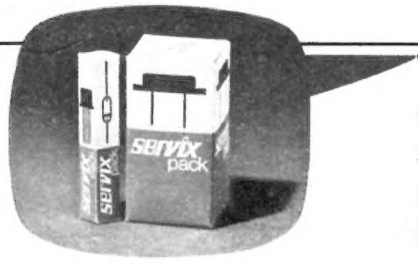
2.5.8. *Elektronisches Schlagzeug*

Die elektronische Rhythmuserzeugung ist ein großes, umfassendes Kapitel und soll an dieser Stelle nicht ausführlich behandelt werden. Für einen kurzen Hinweis sei Bild 35 herangezogen. Im Prinzip handelt es sich um eine Abwandlung der Schaltung nach Bild 34. Ein schlechter Transistor wird in die Eingangsstufe eines Verstärkers eingesetzt. Er erzeugt dort ein Rauschen, das auf etwa 200 mV verstärkt werden sollte. Dieses Rauschsignal wird dem Punkt *x* der Schaltung nach Bild 34 zugeführt und mit Hilfe des Photowiderstandes *Ph* und der Glimmlampe *Gl* im Rhythmus geschaltet. Die Rhythmusfrequenz ist hierfür allerdings nur etwa 1 Hz; die *RC*-Kombination ist entsprechend einzustellen. So ist ein Schlagzeugbesen mit einem festen Rhythmus entstanden.

Läßt man die Glimmlampe nicht über ein *RC*-Glied ansprechen, sondern steuert die Anordnung über einen Tastenkontakt und eine *C*-Kombination vom Baßteil der Orgel aus, dann erklingt zu jedem gespielten Baßton ein Schlagzeugbesen. Andere Rhythmusinstrumente können auf ähnliche Weise imitiert werden.

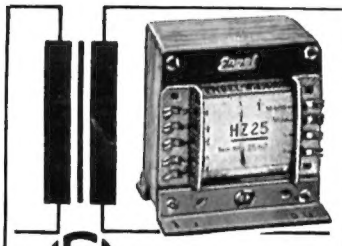
*

Aus Vorstehendem ist zu ersehen, wie leicht einem elektronischen Musikinstrument besondere Effekte zu geben sind. Jedes Instrument kann mit etwas Erfindungsgabe eine individuelle Note erhalten. Vielleicht hat dieser Aufsatz hierzu einige Anregungen vermittelt.



Wenn Sie jemand brauchen, der für Transistoren zuständig ist, brauchen Sie ihn nicht mehr zu suchen. Soeben haben Sie ihn kennengelernt.

servix



Rundfunk-Transformatoren

für Empfänger, Verstärker
Meßgeräte und Kleinsender

Ing. Erich u. Fred Engel GmbH
Elektrotechnische Fabrik
62 Wiesbaden-Schierstein

Kaufgesuche

HANS HERMANN FROMM bittet um Angebote kleiner und großer Sonderposten in Empfangs-, Sende- und Spezialröhren aller Art. Berlin 31, Fehrbelliner Platz 3, Telefon: 87 33 95 / 96, Telex: 1–84 509

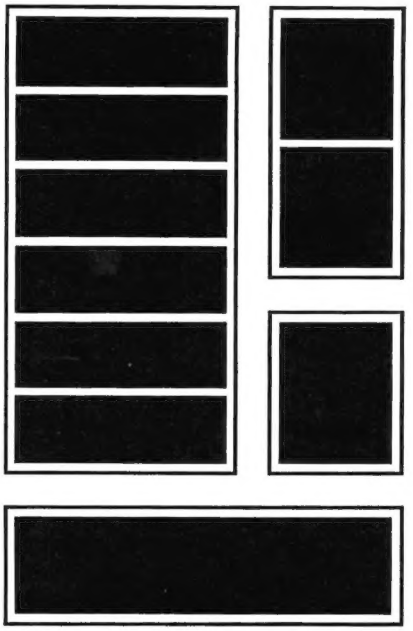
Röhren und Transistoren aller Art kleine und große Posten gegen Kasse. **Röhren-Müller,** Kelkheim/Ts., Parkstr. 20

Gedruckte Schaltungen selber anfertigen. Anleitung DM 1,50. Materialliste frei. Kaho-Elektroversand, 65 Mainz/1180

Unterricht

Theoretische Fachkenntnisse durch die bewährten Christiani-Fernlehrgänge Radio- und Fernsehtechnik, Automation, Steuerungs- und Regelungstechnik. Sie erhalten kostenlos und unverbindlich einen Studienführer mit ausführlichen Lehrplänen. Schreiben Sie eine Postkarte: Schickt Studienführer. Karte heute noch absenden an Technisches Lehrinstitut Dr.-Ing. Christiani, 775 Konstanz, Postfach 1257

metall-gehäuse



nach DIN 41490 und dem 19" System

Paul Leistner GmbH
2 Hamburg 50
Klausstr. 4-6
Telefon 381719

LEISTNER

Lieferung über den bekannten Fachhandel

Trial Antennen

NEUHEITEN:
Volltransistor-Verstärkereinheiten für UHF und VHF bis 1200 mV Ausgangsspannung für Anlagen bis 100 Teilnehmer. Preiswerte Serie bis 300 mV, für 20-30 Teilnehmer z. B.

6543 UHF 42 db bis 300 mV brutto **DM 195,–**
6573 UHF 42 db bis 1200 mV brutto **DM 235,–**
6302 VHF 32 db bis 300 mV brutto **DM 75,–**
6372 VHF 34 db bis 1200 mV brutto **DM 95,–**
6373 VHF 52 db bis 1200 mV brutto **DM 130,–**

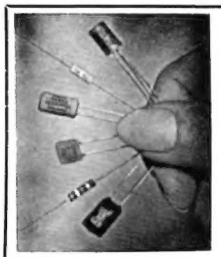
Für Kleinanlagen bis 4-6 Teilnehmer
3712 Kombi-Verstärker für 1., 2. u. 3. Progr. UHF-Breitband + VHF K 5-11, je 16 db mit eingeb. Weiche, UKW, kpl. mit Gehäuse und Netzteil brutto **DM 192,–**
3702 wie vor, jedoch ohne VHF-Verstärker brutto **DM 152,–**

Für Stereo:
UKW-Kleinverstärker 32 db

Antennenweichen und Geräteweichen zu günstigen Preisen

Antennen preisgünstig in besonders stabiler Ausführung.

Dr. Th. Dumke KG.
Antennenfabrik
407 Rheydt, Postfach 75



Elektronische Bauteile

für Amateure - Werkstätten - Handel.
Preisgünstig bieten wir an:

Si- und Ge-Transistoren, Widerstände, Einstellregler, Mylar-, Keramik-, Elektrolytkondensatoren, Trimmer, Spulenkörper, Schalenkerne, Vero-Leiterbahnenplatten usw.

Prompter NN.-Versand ab Lager! Kostenlose Preisliste anfordern!

M. LITZ elektronische Bauteile
7742 St. Georgen · Postfach 55

ELEKTRONIK-LABOR

Die Grundlagen der Elektronik.
Vermittelt durch neuartigen Fernlehrgang.
Nach der Methode Christiani.
Erlebt in selbstaufgebauten Versuchen.
Durch eigens dafür entwickeltes Experimentiermaterial.
Interessant für jedermann.
Keine technischen Vorkenntnisse nötig.
Verlangen Sie unverbindlich Prospekt ELL.

Technisches Lehrinstitut
Dr.-Ing. habil. Christiani
775 Konstanz Postfach 1557

Elektronische Selbstbau-Orgeln

Alle Größen, bis zur seriösen Kirchenorgel mit 30 Tasten Fußpedal. **Nachbausicher** durch Anleitungen. Baustufen und Teile einzeln beziehbar. **Jedes Modell stereomäßig ausgerüstet!** Nettopreisliste direkt von **Electron Music, 4951 Döhren 70, Postfach 10/18**

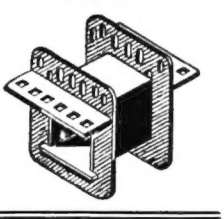
Bauteilefachmann

mit fundierten und umfassenden Kenntnissen des **Elektronik-Funk-Einzelteile-Geschäftes,** ungekündigt und leitend tätig, sucht neuen verantwortungsvollen Wirkungskreis.

Angebote mit Angabe des Aufgabenbereiches erbeten unter R. R. 5135

KARLGUTH
1 BERLIN 36
Reichenberger Straße 23

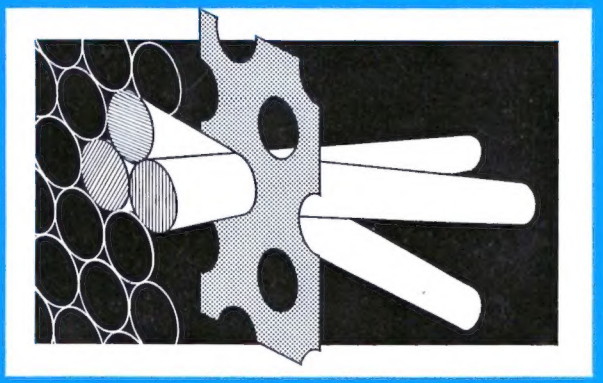
Schachtelbare Spulenkörper
Din 41 304 M- und EJ-Serie



VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, Berlin-Borsigwalde. Postanschrift: 1 Berlin 52, Eichborndamm 141-167. Tel.: (03 11) 4 12 10 31. Telegramme: Funktechnik Berlin. Fernschreiber: 01 81 632 vrfkt. Chefredakteur: Wilhelm Roth, Stellvertreter: Albert Jänicke, Techn. Redakteure: Ulrich Radke, Fritz Gutschmidt, sämtlich Berlin. Chefkorrespondent: Werner W. Diefenbach, Kempten/Allgäu. Anzeigendirektion: Walter Bartsch, Anzeigenleitung: Marianne Weidemann, Berlin. Chefgraphiker: B. W. Beerwirth, Berlin. Zahlungen an VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH. Postscheck: Berlin-West 7664 oder Bank für Handel und Industrie AG, 1 Berlin 65, Konto 7 9302. Bestellungen beim Verlag, bei der Post und beim Buch- und Zeitschriftenhandel. Die FUNK-TECHNIK erscheint monatlich zweimal. Abonnementspreis bei Postbezug im Inland monatlich 4,– DM einschl. Postgebühren, im Ausland jährlich 50,– DM zuzüglich Porto. Einzelheft im Inland 2,– DM, im Ausland 2,50 DM zuzüglich Porto. Die FUNK-TECHNIK darf nicht in Lesezirkel aufgenommen werden. Nachdruck – auch in fremden Sprachen – und Vervielfältigungen (Fotokopie, Mikrofilm usw.) von Beiträgen oder einzelnen Teilen daraus sind nicht gestattet. Druck: Druckhaus Tempelhof

Pf. 1214
3109 Nagel, Wilh.
Vorholzstr. 25a

DR.-ING. NORBERT MAYER (IRT)



Technik des Farbfernsehens

in Theorie und Praxis

NTSC · PAL · SECAM

Das farbige Fernsehen und die drei Übertragungsverfahren mit ihren Spezifikationen

328 Seiten DIN A 5 mit vielen Tabellen · 206 Bilder · Farbbildanhang · 110 Schrifttumsangaben
Amerikanische/englische Fachwörter mit Übersetzung ins Deutsche — Ganzleinen 32,- DM

Erscheint zur 25. Großen Deutschen Funkausstellung 1967 Berlin

AUS DEM INHALT: Grundlagen der Farbenlehre · Aufnahmegeräte · Wiedergabeeinrichtungen
Übertragungsverfahren · Farbfernsehempfänger · Meßeinrichtungen

Zu beziehen durch jede Buchhandlung im Inland und Ausland sowie durch den Verlag · Spezialprospekt auf Anforderung

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH

1 BERLIN 52 (Borsigwalde), Eichborndamm 141-167